Beyträge

zur nähern Kenntniſs

des

Galvanismus

und

der Resultate seiner Untersuchung.

Herausgegeben

von

I. W. Ritter.

Zweyten Bandes drittes, viertes und letztes Stück.

Mit zwey Kupfertafeln.

Jena,

bei Friedrich Frommann

1805.

I. W. Ritter's

Beyträge

zur nähern Kenntniſs

des

Galvanismus.

Zweyten Bandes drittes, viertes und letztes Stück.

Mit den gegenwärtigen beyden Stücken sind diese Beyträge geschlossen. Zwar sind es mehrere einzelne Abhandlungen in ihnen noch nicht, andere auch sollten noch angefangen werden. Die letzte geendete indeſs berührt, was einzeln und zerstreut in ihnen vorkam, mannichfaltig und verbunden genug, um allen denjenigen Schein von Schluſs zu geben, den ein Werk wie dieses, seinem Titel nach schon, zu jeder Zeit nur möglich lassen konnte. Die gegenwärtige Unterbrechung aber wurde, und gerade jetzt, eine solche, hauptsächlich einer Ortsveränderung des Verfassers wegen, die andrerseits der Fortsetzung seiner Untersuchungen, mehr verspricht, als er je für sie erwartet hatte.

R.

Inhalt.

I. A. Volta's letzte Untersuchungen über den Galvanismus vor Erfindung der Säule. In Briefen an Aldini. Aus Brugnatelli's Annali di Chimica, T. XVI. — S. 1—64

II. Darstellung des Gegensatzes zwischen Flexoren und Extensoren, und ihren Erregbarkeiten, wie ihn Galvanische Versuche geben, und Reduction desselben auf einen andern überall verbreiteten Gegensatz; vom Herausgeber — — 65—367

Erster Abschnitt. Von den verschiedenen Zuständen der thierischen Erregbarkeit und ihrem Gegensatze — — 70—92

Zweyter Abschnitt. Von der verschiedenen Erregbarkeit der Flexoren und Extensoren, und ihrem Gegensatze — — 93—102

Dritter Abschnitt. Von der Identität des Gegensatzes der Flexoren und Extensoren, wie ihrer Erregbarkeiten, mit dem verschiedener Erregbarkeiten überhaupt — 103—104

Vierter Abschnitt. Von den Gesetzen, nach welchen Galvanische Reize auf Flexoren und Extensoren wirken — — 105—117

Fünfter Abschnitt. Fernere Bestätigung dieser Gesetze aus den Modificationen der Erregbarkeit, welche geschlossene Ketten in thierischen Organen bewirken — 118—131

Sechster Abschnitt. Von dem besonderen Umstande, dafs nur Ein Pol einer Galvanischen Kette Muskeln in Contractionen setzt, und dafs dies bey den Extensoren ein anderer, als bey den Flexoren, ist — 132—144

Siebenter Abschnitt. Von der Gegenwart des bisher an abgetrennten thierischen Organen untersuchten Gegensatzes zwischen Flexoren und Extensoren, u. s. w., in organischen Ganzen selbst, und von der Wirkung der Kette und Säule auf ihn — 145—156

Achter Abschnitt. Von den verschiedenen Erregbarkeiten der Sinnesorgane, und ihrem Gegensatze — — — 157—262

Neunter Abschnitt. Von der Gegenwart verschiedener Erregbarkeiten, und ihres Gegensatzes, im Pflanzenreiche — — 263—271

Zehnter Abschnitt. Von der Gegenwart entgegengesetzter Erregbarkeiten in der anorgischen Natur, und der Begründung des Galvanismus durch sie — — 272—323

Eilfter Abschnitt. Von Magnetismus und Electricität als Entgegengesetzten, und von dem Verhältnifs des Organismus zu dem Anorgismus — — — 324—345

Zwölfter Abschnitt. Von dem Verhältnifs der Erde zur Sonne, oder von dem Zeitbestimmenden im Leben — — 346—367

Alessandro Volta's letzte Untersuchungen über den Galvanismus vor Erfindung der Säule.

In Briefen an *Aldini.*

Die folgenden Briefe sind eine Übersetzung des *Estratto di lettere del Cittadino N. N. di Como, al Cittadino Aldini Professore a Bologna, intorno alla pretesa Elettricità animale nelle Sperienze del Galvanismo*, aus Brugnatelli's *Annali di Chimica, T. XVI.* 1798. *p.* 3—88. Ihre Anonymität scheint die Ursache von der wenigen Aufmerksamkeit gewesen zu seyn, die man ihnen geschenkt hat. Volta selbst hat indessen, in einer seiner spätern Abhandlungen über die Säule, (s. *Annales de Chimie* T. XL. p. 238.; vergl. Gilbert's Annalen der Physik. B. X. S. 431.), Briefe, aufser denen an Gren von 1796, erwähnt, die er im Jahre 1798 an Aldini geschrieben habe, und welche, wie jene, in Brugnatelli's *Annali di Chimica* abgedruckt seyen. Es finden sich aber, von T. XIII. und XIV. dieser *Annali* an, keine weitern Briefe an Aldini, als die hier folgenden. Ich glaube daher, dafs nach der Übereinstimmung des Orts und des Datums mit Volta's Angabe, welche indefs nach Vergleichung ihres Styls und Inhalts mit dem aller frühern Arbeiten Volta's über den Galvanismus die geringste seyn wird, es so gut, wie gewifs ist, dafs obige anonymen Briefe an Aldini niemand andern, als Volta selbst, zum Verfasser haben.

Dafs ihre Mittheilung in deutscher Sprache, noch jetzt, über 6 Jahre nach der Erscheinung des Originals, von einigem Verdienst sey, bin ich eben so gewifs. Sogar Aldini, an den sie doch gerichtet waren, und der, wie sein neuestes sonst vortreffliches Werk: *Essai théorique et expérimental sur le Galvanisme, avec une série d'experiences faites en présence des Commissaires de l'Institut national de France, et en divers Amphithéatres anatomiques de Londres, par Jean Aldini, Professeur en l'Université de Bologne, etc. etc. II. Tomes. Paris. An XII.* — 1804, bezeugt, fast alles wieder vergessen zu haben scheint, was ihm sein Comer Correspondent so sehr zu bedenken gab, würde sie mit vielem Nutzen wieder lesen können; wie sie sich denn überhaupt, und auf nicht viel verschiedene Art, allen seinen deutschen Anhängern, den bekannten wie den unbekannten, seinem Übersetzer allein ausgenommen, aufs beste und versprechendste empfehlen werden.

Für die ächten Verehrer Volta's aber, deren abweichende Überzeugung nie den Ruhm Galvani's stören wird, wäre Empfehlung wie Entschuldigung gleich überflüfsig.

R.

I.

Como, im April 1798.

Die Contractionen, welche man in Muskeln, vorzüglich in den willkührlichen, und zwar bey Fröschen und andern kaltblütigen sowohl als bey den warmblütigen Thieren, nach gehöriger Präparation derselben, mittelst der Anbringung guter Leiter der Electricität erhält, diese bewundernswürdige Entdeckung Ihres Onkels und Collegen Galvani, *) welche in und aufser Italien so grofses Aufsehen gemacht, und in der letzten Zeit den Scharfsinn einer Menge Physiker und Physiologen zu weitern Untersuchungen über diesen eben so neuen und unterhaltenden als fruchtbaren Gegenstand angeregt hat; diese Muskelcontractionen und Erschütterungen, gleichwie auch die Empfindungen eines mehr oder minder lebhaften Geschmacks auf der Zunge, (welcher Geschmack bald einem sauern bald

*) *Aloysii Galvani de Viribus electricitatis in motu musculari Commentarius.* 4. *Bononiae* 1791. (Vergl. Aloysi Galvani Abhandlung über die Kräfte der thierischen Electricität. Eine Uebersetzung, herausgegeben von D. Johann Mayer. Mit vier Kupfertafeln. 4. Prag. 1793. — R.

einem alkalischen ähnlich kommt, nachdem von zwey verschiedenen Metallen, z. B. Zinn und Silber, oder besser noch Zink und Silber, welche sich berühren und den Kreiſs bilden helfen, jenes oder dieses sich an der Spitze der Zunge befindet,) desgleichen eines momentanen Lichtscheins in den Augen, eines brennenden Gefühls an den Rändern der Augenlieder, in Wunden, u. s. w., welche Empfindungen in der Folge mein Landsmann Volta auf ähnliche Weise, d. i. mittelst gleicher Verbindung verschiedener Metalle, erhalten, und diese, wie so viele andere Entdeckungen, denen des Professors zu Bologna beygefügt hat; *) diese Contractionen und Sensationen, sage ich, diese so höchst wunderbaren Phänomene, sind ganz ohne allen Zweifel die Wirkungen der in Bewegung gesetzten electrischen Flüssigkeit, welche in die sensible und irritable Faser geht und sie reizt, die mittel- oder unmittelbaren Wirkungen einer wahren Electricität; und die Meinungen derer verdienen keine Aufmerksamkeit mehr, welche sich einbilden, daſs hier ein von der Electricität verschiedenes Fluidum wirke, indem sie entweder diese selbst so modificirt wissen wollen, daſs sie dies, die wahre ächte electrische Flüssigkeit, gar nicht mehr ist **), oder auch die genannten Phänomene

*) S. seine verschiedenen Abhandlungen in den *Annali di Chimica* von 1792. bis 1797.

**) S. die genannten Abhandlungen Volta's, besonders den dritten Brief an den Abt Vassalli, im Anfange, Anmerkung 1. (Vergl. Volta's Schreiben an den Hrn. Abt A. M. Vassalli über die thier. Electricität; herausgegeben von Mayer. Prag. 1796. 8. S. 2. u. f. — R.).

und andere ähnliche nach blofs chemischen Principien zu erklären suchen, u. s. w.

Sie aber, mein lieber Aldini, glauben Sie ebenfalls noch immer und im Ernste, dafs es eine thierische Electricität im wahren und eigentlichen Sinne, d. i. eine den Organen ursprünglich zukommende und wirksame, innerlich von den Lebenskräften selbst in Bewegung gesetzte, sey, wie es bereits Galvani, und andere mit ihm, behauptet haben, und er selbst es noch in seinem letzten vor einigen Monaten herausgegebenen Werke *) von neuem zu beweisen sucht? — Ich meines Theils glaube, und bleibe fest dabey, dafs es ganz im Gegentheil eine blofs künstliche und äufsere Electricität sey, welche durch die wechselseitige Berührung der Leiter, aus denen der Kreifs gebildet wurde, und welche entweder wesentlich, oder zu Folge eines blofs zufälligen Unterschieds, von einander verschieden sind, in Bewegung versetzt ist: wie Volta aus seinen auf tausend Weis n abgeänderten Versuchen von Anfang an bewogen war zu vermuthen, und späterhin zu glauben,

*) *Memoire sulla Elettricità Animale di Luigi Galvani, P. Professore di Notomia nella Università di Bologna, al celebre Abate Lazzaro Spallanzani, etc.* 4. *Bologna*, 1797. (Einen Auszug des Hauptsächlichsten dieses noch nicht übersetzten Werkes hat Reinhold nach der *Eloge historique de Louis Galvani par F. L. Alibert* aus den *Mémoires de la Société médicale d'Emulation, quatrième année; Paris. an 9.* p. 1—166, in seiner Geschichte des Galvanismus nach Sue, Leipzig. 1803. Erste Abtheilung. S. 13—21., gegeben. — R.

und, gestützt auf alle möglichen Beweise, zu behaupten, und wie mit ihm gegenwärtig der gröſste Theil der Physiker, besonders des Auslandes, es überzeugt ist: so daſs es fast überflüſsig wäre, zu sagen, wie die Sache bereits zu einem solchen Grade der Evidenz gebracht worden ist, daſs ihr fast von niemand mehr widersprochen wird, und daſs den Einwürfen, welche unser Galvani in diesem seinem neuen Werke vorbringt, bereits allen schon zuvorgekommen, und sie so gelöst sind, daſs sie nicht den geringsten Schein von Kraft mehr haben, der noch im Stande wäre, jemanden zu imponiren.

Von den Metallen also und den andern Körpern, welche man Conductoren oder Leiter nennt, weil, indem sie der electrischen Flüſsigkeit vor allem permeabel sind, sie, sobald sie aus irgend einer Ursache in ihrem Gleichgewicht gestört und in Bewegung gesetzt worden, frey durch ihre Substanz hindurchgehen lassen, und eben so dazu dienen, sie zum Gleichgewicht zurück zu führen, von diesen Körpern hat unser Volta entdeckt, daſs sie gleichfalls die von niemand vorher in ihnen vermuthete, wahrhaft bewundernswürdige, Eigenschaft besitzen, die electrische Flüſsigkeit selbst zu erregen, sie aus dem Gleichgewicht und aus der Ruhe, in welcher sie sich befand, herauszubringen, sie in Bewegung zu setzen und fortzutreiben, bloſs dadurch, daſs je zwey von ihnen, von verschiedener Art, in wechselseitige Berührung mit einander kommen. Diese verschiedenen Leiter also, (vorzüglich die metallischen,) sind die wahren Erreger derjenigen Electricität, welche in den angeführten Versuchen des Galvanismus wirksam ist; sie sind

es, welche, vermittelst ihrer Berührung, den electrischen Strom durch den ganzen Kreifs oder die Kette erwecken, welcher, indem er auf seinem Wege auf erregbare Nerven und Muskeln trifft, die ebenfalls Glieder der Kette ausmachen, dieselben ihrer Erregbarkeit gemäfs reizt und erschüttert, und so die verschiedenen Empfindungen und Muskelbewegungen hervorbringt. Überhaupt sind diese thierischen Organe in Beziehung auf die Bewegung der electrischen Flüssigkeit keineswegs activ, wie Galvani behauptet, sondern rein passiv; activ sind dagegen die verschiedenen Leiter, vorzüglich die metallischen, welche Volta gehörig und mit allem Rechte mit dem Namen der Excitatoren oder Motoren belegt.

Ich sage: verschiedene, weil, damit die Leiter bey ihrer gegenseitigen Berührung zugleich Motoren sind, sie wirklich verschiedene seyn müssen, die Verschiedenheit sey nun grofs und eine wesentliche, oder eine zufällige und kleine, blofs auf die Oberfläche oder wenige Punkte der Berührung eingeschränkte; wie dies Volta durch viele Versuche, welche in seinen verschiedenen Abhandlungen über diesen Gegenstand erzählt sind, bewiesen hat. *) Ferner sage ich:

*) S. vorzüglich seine drey Briefe an den Abt Vassalli aus den Jahren 1794 und 1795, und drey andere an den Professor Gren zu Halle von 1796; welche fämmtlich in den *Annali* etc. T. VI. XI. XIII. u. XIV. abgedruckt sind. (Vergl. die ersten beyden Briefe an Vassalli in Gren's Neuem Journal der Physik. B. II. 1795. S. 141 — 151. u. 151 — 172, und den dritten als „Volta's Schreiben an den

vorzüglich die metallischen, weil, wie die Metalle (worunter auch viele Erze, sowohl Kiese, als die Kohlen, mit zu begreifen sind) ganz vorzüglich gute Leiter sind, sie eben so auch die vorzüglichsten und wirksamsten Motoren sind, sobald sich nemlich zwey unter einander verschiedene berühren, und um so besser, je verschiedener sie sind; so dafs, wie, wenn ohne eine weitere Bestimmung von Leitern gesprochen wird, gewöhnlich die Metalle darunter verstanden werden, ohne deswegen die andern guten Leiter gänzlich auszuschliefsen, eben so, wenn von Motoren die Rede ist, vorzüglich, ohne jedoch ebenfalls ausschliefslich, die Metalle darunter verstanden werden: so wie Volta selbst, auch wo er sich auf diese zu beschränken schien, die andern nicht absolut ausschliefst, im Gegentheil von Anfang an in allen seinen Schriften, (vorzüglich in seinem langen Briefe an den holländischen Physiker Van-Marum, *) und in einem andern an den Abt Tomaselli zu Verona, welche beyde im Sommer 1792 geschrieben sind,) erklärte, dafs er geneigt sey, die

Hrn Abt Vassalli üb. d. Thier. Electr.; herausgegeben von Mayer. Prag 1796." S. 1—68. Von den Briefen an Gren befinden sich ebenfalls die zwey ersten, aber unvollständig, in Gren's Neuem Journal d. Physik. B. III. S. 480. 481. B. IV. S. 107—135. [u. 473—475.], alle drey und vollständig aber in diesen Beyträgen, B. I. St. 3. S. 1—106.) *R.*

*) Befindlich in: *Allgem. Konst- en Letterbode*, No. 224—226; vergl. Hartenkeil's med. chir. Zeitung. 1793. S. 80. *R.*

nemliche Eigenschaft, die electrische Flüſsigkeit zu erregen und in Bewegung zu setzen, welche neuerlich von ihm in den Metallen entdeckt worden ist, auch den nicht metallischen, überhaupt allen feuchten Leitern, obschon in einem bey weitem geringeren Grade, ebenfalls beyzulegen. Auch war es dies, was er einige Jahre darauf durch neue Reihen von Versuchen, vorzüglich in seinem dritten Briefe an den Abt Vassalli, Professor zu Turin, welchen er im October 1795 schrieb, und zu Anfang des Jahres 1796 in Brugnatelli's *Annali di Chimica* *) drucken lieſs, und noch umständlicher in seinen eine lange Abhandlung ausmachenden Briefen an den Professor Gren zu Halle, die er im August 1796 schrieb, und in den genannten *Annali* **) im Laufe des Jahres 1797 bekannt machte, bewiesen und in ein klares Licht gesetzt hat.

Man kann also Volta nicht mehr, wie noch neuerlichst Galvani es gethan hat, diejenigen Versuche entgegenstellen, bey welchen in gehörig präparirten Fröschen die krampfhaften Bewegungen, Convulsionen und Erschütterungen mehr oder minder heftig, entweder mit bloſs einem einzigen Metalle, oder auch ohne alles Metall, indem man den leitenden Bogen aus bloſs thierischen Theilen, aus den bloſsen Nerven und Muskeln des Frosches selbst, u. s. w., bildet, erhalten werden. Alle diese Einwürfe fallen

*) Tom. XI. (Vergl. Volta's Schreiben an Vassalli, von Mayer.) *R.*

**) Tom. XIII u. XIV. (Vergl. diese Beyträge, B. I. St. 3. S. 1 u. f.) *R.*

gänzlich und können nie wieder vorgebracht werden, seitdem Volta weitläuftig dargethan und (in seinen oben angeführten Briefen) öffentlich bekannt gemacht hat, daſs auch die flüſsigen oder eine Feuchtigkeit enthaltenden Leiter, welche er im Allgemeinen Leiter der zweyten Klasse nennt, daſs auch diese unvollkommenen Leiter, sobald sie verschiedener Art sind, verschieden auf die electrische Flüſsigkeit wirken, sowohl bey der Zusammenbringung mit Metallen oder Leitern der ersten Klasse, als auch unter einander selbst; und daſs dies hinreicht, jene jeder Kraft, jedem Impuls so gehorsame Flüſsigkeit in Bewegung und in Strömung zu versetzen, das gegebene Metall, womit man den Kreiſs schlieſst, berühre auf der einen Seite einen feuchten Leiter, und auf der andern einen andern gleichfalls feuchten, aber vom erstern verschiedenen, oder der Kreiſs werde auch ohne irgend ein Metall, ohne einen wahren Leiter der ersten Klasse, aus drey, sämmtlich unter einander verschiedenen feuchten Leitern oder Leitern der zweyten Klasse gebildet und geschlossen.

Ich ersuche Sie, lieber Freund, in Hinsicht dieses, besonders in Betreff dieser letztern und vieler anderen Verbindungen von verschiedentlich geordneten Leitern, oder besser, Motoren beider Klassen, die zwanzig Figuren oder Typen aufmerksam zu betrachten, und Ihren Galvani betrachten zu lassen, mit welchen Volta seine oben angeführte Abhandlung an den Professor Gren begleitet hat, und welche sowohl die Fälle und Combinationen, in welchen die Muskelbewegungen, die Empfindungen des Geschmacks, u. s. w. erfolgen müssen, als die, in welchen sie nicht erfol-

gen können, ausdrücken. Diese Typen sprechen zum Auge, und die lichten Erklärungen, welche Volta nach seinen Principien davon gegeben hat, die vortreffliche Harmonie zwischen den Resultaten von so vielen und so vermannichfachten Versuchen und diesen Principien, und die aufserordentliche Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit, diese Resultate nach irgend einer andern Hypothese auch nur erträglich zu erklären, bringen diese Principien und Erklärungen zur höchsten Evidenz: auch hat gegenwärtig der gröfste Theil der Physiker sie anerkannt, und sich für sie erklärt, wie unter andern der oben erwähnte Gren, welcher jene Voltaische Abhandlung mit den gedachten Typen oder Figuren in seinem Neuen Journal der Physik. B. IV. Heft 1. *) zu Anfange des vorigen Jahres (1797) in deutscher Sprache bekannt gemacht, und nachher auch in seinem Grundrifs der Naturlehre **) einen Auszug aus ihr nebst einem schönen ganzen Artikel über den Galvanismus, und über die verschiedenen Meinungen über diesen Gegenstand, gegeben hat, in welchem er die Frage ganz und durchaus zu Volta's Gunsten entscheidet.

Ich gestehe Ihnen daher, dafs mich die Sicherheit ausnehmend befremdet, und beynahe geärgert hat, mit

*) Vergl. dies. Beyträge B. 1. St. 3. und Tab. IV. *R.*

**) Dritte Auflage. Halle 1797. S. 834 – 847. Eine Übersetzung mit Noten von diesem Abschnitt über „die sogenannte thierische Electricität" liefert der Verfasser obiger Briefe in *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 27 – 41. *R.*

welcher Galvani, diesem allem gegenüber, noch immer auf seiner ersten gänzlich unverträglichen Meinung besteht, und gleich zu Anfange seines neuen Werkes verschiedene Sätze eben so vielen Voltaischen mit folgenden Worten entgegensetzt: „*Egli vuol la elettricità la stessa, che la comune a tutti i corpi;* *) *io particolare e propria dell' animale* **): *egli pone la causa dello sbilancio neglj artifizj, che si adoprano, e segnatamente nella differenza dei metalli;* ***) *io nella macchina animale:* ****) *egli stabilisce tal causa accidentale, ed estrinseca; io naturale ed interna: egli insomma tutto attribuisce ai metalli, nulla all' animale; io tutto a questo nulla a quelli, ove si consideri il solo sbilancio.*“ — („Er will die Electricität dieselbe, welche die allen Körpern gemeine; ich eine besondere, und den Thieren eigene: Er setzt die Ursache des aufgehobenen Gleichgewichts in die künstlichen Mittel, welche dabey angewandt werden, und vorzüglich in die Verschiedenheit der Metalle; ich in die thierische Maschine selbst: Er setzt diese Ursache als zufällig und äuſserlich; ich als natürliche und innere: Er

*) So ist es; und die Sache leidet keinen Zweifel: wie zu Anfange dieses Briefs gesagt worden ist; und wie Volta es, besonders in der oben angeführten Anmerkung zu seinem dritten Briefe an Vassalli gezeigt hat.

**) Aber was will Galvani hiermit sagen?

***) Und beweist es durch auf alle mögliche Weise abgeänderte Versuche.

****) Unnützer Weise und ohne allen Beweis: im Anfange zu Folge einer bloſsen Annahme, und nachmals aus allzugroſser Anhänglichkeit an die vorgefaſste Meinung.

schreibt überhaupt alles den Metallen zu, und dem Thiere nichts; ich, was das aufgehobne Gleichgewicht betrifft, diesem alles, und jenen nichts.") — Dieses Überhaupt, dies Leugnen irgend einer Kraft oder eines Vermögens der Metalle, die electrische Flüſsigkeit aus dem Gleichgewicht zu bringen, hat mir sehr weh gethan, indem es nicht allein so vielem, was Volta in Betreff des Galvanismus auf so mannichfache Weise dargethan und erwiesen hat, sondern auch noch vom Galvanismus unabhängigen Thatsachen und directen Versuchen widerspricht, durch welche derselbe bereits bewiesen hatte, daſs die einfache Berührung zweyer verschiedener Metalle, z. B. Zinn und Silber, eine merkliche Störung des electrischen Gleichgewichts, eine wahre positive Electricität oder plus im einen, eine negative oder minus im andern, hervorbringe, eine Electricität, die sich nicht allein bloſs an denen so höchst empfindlichen thierischen Electroscopen, als die Organe und Gliedmaſsen des präparirten Frosches u. s. w. sind, sondern auch an ganz gewöhnlichen Electrometern, sobald sie nur empfindlich genug sind, als am Bennet'schen mit Goldblättchen, und an seinem eigenen mit Strohhalmen, aufs deutlichste zu erkennen giebt.

Volta stellte diese Versuche auſserhalb des Galvanismus (*sperienze fuori del Galvanismo*), in welche nemlich kein anderer thierischer Körper oder Organ mit eingeht, und wo bloſs Metalle angewandt werden, bereits im Sommer 1796 an, und zeigte sie mir wie vielen andern Gelehrten, und unter diesen auch den vortrefflichen französischen Physikern Berthollet und Monge im drauf folgenden Herbst, seitdem

hat er sie auch seinen übrigen Correspondenten, vorzüglich Gren, in den oben gedachten Briefen, mitgetheilt, welche er an ihn im August 1796 schrieb, und nachher zu Anfang 1797 in des letztern Neuem Journal der Physik, und nicht lange darauf auch in den *Annali di Chimica* von Brugnatelli, die zu Pavia herauskommen, im Druck erschienen sind.

Ich bin überzeugt, daſs Galvani diese gänzlich entscheidenden Versuche nicht kannte, als er sein letztes Werk bald nach der Mitte desselben Jahres 1797 herausgab, und will ihm dieserwegen nichts zur Last gelegt haben. Aber war ihm auch dasjenige noch unbekannt, was Volta in seinem dritten Briefe an den Abt Vassalli, der in dem nemlichen Journal von Brugnatelli *) zu Anfange des Jahres 1796 erschien, gesagt und weitläuftig erörtert hatte? Es scheint wahrhaftig, als hätte er es nicht gekannt, dieweil er sich Mühe giebt, eine Erklärung zu bestreiten, die Volta in dem zweyten Briefe an Vassalli in dem nemlichen periodischen Werke, **) zwey Jahre zuvor, von den Contractionen, welche in einem Frosche, durch Berührung seiner freyen Ischiadnerven mit dem entblöſsten Fleische der Schenkel, erhalten werden, und von andern ähnlichen Versuchen, in welchen keine Metalle angewendet werden, und dennoch die Contractionen erfolgen, gegeben hatte, wo er für solche

*) Tom. XI. (Vergl. Volta's Schreiben u. s. w. von Mayer.) *R.*

**) Tom. VI. (Vergl. Gren's Neues Journ. d. Phys. B. II. S. 151—172.) *R.*

Fälle auf einen von einem mechanischen Stoſse hervorgebrachten Reiz zurück kam, u. s. w.: Galvani, sage ich, giebt sich Mühe, diese von Volta damals gegebene und in Wahrheit wenig gefällige Erklärung, von der man indeſs, nach der Art, mit der er sie vorgetragen hatte, auch sagen kann, daſs sie eine bloſse Vermuthung wäre, aufs nachdrücklichste zu bestreiten, und nichts zeigt an, daſs Volta sie nachmals verlassen, und an ihrer Statt eine genugthuendere, den Phänomenen dieser Art angemessenere Erklärung gegeben habe, nemlich, daſs auch durch die gegenseitige Berührung der unmetallischen, der feuchten, oder der Leiter der zweyten Klasse, unter sich, sobald sie verschieden sind, das electrische Fluidum erregt und in Bewegung versetzt werde; daſs mit einem Worte auch die feuchten Leiter eben so, wie die Metalle, Excitatoren oder Motoren, obgleich in viel geringerem und sehr schwachem Grade, sind, u. s. w. Volta hat diesen Gegenstand, mit dem sich der gedachte dritte Brief an Vassalli hauptsächlich beschäftigt, nachher in den angeführten Briefen an Gren noch weiter auseinandergesetzt, woselbst unter den sie begleitenden Figuren oder Typen auch diejenige befindlich ist, welche die Verbindungen von drey verschiedenen feuchten oder Leitern bloſs der zweyten Klasse darstellt.

Man kann daher, ich wiederhole es, Volta die Versuche nicht mehr entgegensetzen, in welchen man an einem vollkommen präparirten Frosch die Contraction entweder mit einem allereinzigen Metall, was man zwischen die thierischen Theile oder andere heterogene feuchte Leiter gebracht hat, oder auch ohne

hat er sie auch seinen übrigen Correspondenten, vorzüglich Gren, in den oben gedachten Briefen, mitgetheilt, welche er an ihn im August 1796 schrieb, und nachher zu Anfang 1797 in des letztern Neuem Journal der Physik, und nicht lange darauf auch in den *Annali di Chimica* von Brugnatelli, die zu Pavia herauskommen, im Druck erschienen sind.

Ich bin überzeugt, daſs Galvani diese gänzlich entscheidenden Versuche nicht kannte, als er sein letztes Werk bald nach der Mitte desselben Jahres 1797 herausgab, und will ihm dieserwegen nichts zur Last gelegt haben. Aber war ihm auch dasjenige noch unbekannt, was Volta in seinem dritten Briefe an den Abt Vassalli, der in dem nemlichen Journal von Brugnatelli *) zu Anfange des Jahres 1796 erschien, gesagt und weitläuftig erörtert hatte? Es scheint wahrhaftig, als hätte er es nicht gekannt, dieweil er sich Mühe giebt, eine Erklärung zu bestreiten, die Volta in dem zweyten Briefe an Vassalli in dem nemlichen periodischen Werke, **) zwey Jahre zuvor, von den Contractionen, welche in einem Frosche, durch Berührung seiner freyen Ischiadnerven mit dem entblöſsten Fleische der Schenkel, erhalten werden, und von andern ähnlichen Versuchen, in welchen keine Metalle angewendet werden, und dennoch die Contractionen erfolgen, gegeben hatte, wo er für solche

*) Tom. XI. (Vergl. Volta's Schreiben u. s. w. von Mayer.) *R.*

**) Tom. VI. (Vergl. Gren's Neues Journ. d. Phys. B. II. S. 151 – 172.) *R.*

Fälle auf einen von einem mechanischen Stoſse hervorgebrachten Reiz zurück kam, u. s. w.: Galvani, sage ich, giebt sich Mühe, diese von Volta damals gegebene und in Wahrheit wenig gefällige Erklärung, von der man indeſs, nach der Art, mit der er sie vorgetragen hatte, auch sagen kann, daſs sie eine bloſse Vermuthung wäre, aufs nachdrücklichste zu bestreiten, und nichts zeigt an, daſs Volta sie nachmals verlassen, und an ihrer Statt eine genugthuendere, den Phänomenen dieser Art angemessenere Erklärung gegeben habe, nemlich, daſs auch durch die gegenseitige Berührung der unmetallischen, der feuchten, oder der Leiter der zweyten Klasse, unter sich, sobald sie verschieden sind, das electrische Fluidum erregt und in Bewegung versetzt werde; daſs mit einem Worte auch die feuchten Leiter eben so, wie die Metalle, Excitatoren oder Motoren, obgleich in viel geringerem und sehr schwachem Grade, sind, u. s. w. Volta hat diesen Gegenstand, mit dem sich der gedachte dritte Brief an Vassalli hauptsächlich beschäftigt, nachher in den angeführten Briefen an Gren noch weiter auseinandergesetzt, woselbst unter den sie begleitenden Figuren oder Typen auch diejenige befindlich ist, welche die Verbindungen von drey verschiedenen feuchten oder Leitern bloſs der zweyten Klasse darstellt.

Man kann daher, ich wiederhole es, Volta die Versuche nicht mehr entgegensetzen, in welchen man an einem vollkommen präparirten Frosch die Contraction entweder mit einem allereinzigen Metall, was man zwischen die thierischen Theile oder andere heterogene feuchte Leiter gebracht hat, oder auch ohne

alles Metall, indem man nemlich den Kreifs mit bloſsen unter sich verschiedenen feuchten oder Leitern der zweyten Klasse, mit bloſs thierischen Substanzen, schlieſst, erhält. Es hilft zu nichts mehr, diese und ähnliche Versuche zu vervielfältigen und zu vermannichfachen, damit Lerm zu treiben und sie auszupreisen, als wären sie von jedem Verdacht einer künstlichen und äuſseren Electricität befreyt, und einer thierischen eigenen und inneren Electricität günstig und für sie entscheidend. Diesen Einwürfen ist von Volta längst zuvorgekommen, sie sind längst von ihm zernichtet, und seine Erklärungen, beständig gegründet auf das eine und nemliche allgemeine Princip, auf das Vermögen nemlich, welches heterogene Leiter nicht allein der ersten, sondern auch der zweyten Klasse, besitzen, das electrische Fluidum zu erregen und in Circulation zu bringen, leisten allen den angezeigten Fällen und Combinationen Genüge.

Bloſs in Hinsicht derjenigen von den Versuchen, welche Galvani und die kleine Zahl seiner Anhänger als Einwurf gebraucht haben, könnte noch einige Schwierigkeit zurück bleiben, in welchen es nicht scheint, daſs irgend eine Differenz in den feuchten Leitern, oder in den thierischen Theilen, welche zur gegenseitigen Berührung gebracht werden, selbst vorhanden sey, indem man z. B. Muskel mit Muskel, Nerv mit Nerv, u. s. w., zusammenbringt, und dennoch Contractionen Statt haben. Aber auch diese Schwierigkeit verschwindet, (es bleibt also gar keine mehr zurück,) wenn man bedenkt, daſs, wie Volta es auf hundert Weisen bewiesen hat, es nur einer äuſserst geringen Differenz in irgend einem Punkte der

Oberfläche, einer noch unwahrnehmbaren Verschiedenheit in den zur Berührung gebrachten feuchten Leitern, bedarf, um das electrische Fluidum so weit zu erregen und in Bewegung zu setzen, daſs es einen aufs beste präparirten und aufs höchste erregbaren Frosch wirklich erschüttern kann. In der That ist dieſs der Fall bey der Anwendung zweyer Stücken des nemlichen Metalls, des nemlichen Silbers, des nemlichen Zinns, des nemlichen Zinks, oder auch eines einzigen Stückes, was man zwischen feuchte Leiter, was für welche es auch seyen, bringt; es reicht oft hin, daſs das eine Ende des Metalls bloſs eine andere Temperatur, einen andern Glanz habe, wie das andere, daſs es etwas schmutzig, oder von irgend einer heterogenen Substanz leicht überzogen sey, (es ist z. B. genug, daſs man es ein wenig gegen Holz, Stein oder Leder, gegen die Kleidung, welche man trägt, gegen ein von ihm verschiedenes Metall, u. s. w., gerieben habe,) und daſs das andere Ende es nicht, oder nicht gleichförmig mit jenem sey; damit dieses Metall bey der Schlieſsung des Kreiſses sich wirklich zwischen zwey verschiedenen feuchten oder Leitern der zweyten Klasse befinde; eben so ist auch in Hinsicht der feuchten oder der Leiter der zweyten Klasse, zuweilen, wenn nemlich die Erregbarkeit des Frosches äuſserst hoch, und er selbst aufs beste präparirt ist, eine geringe Differenz solcher Leiter, eine Differenz, die so gering ist, daſs sie wenig, ja auch gar nicht, zu bemerken ist, zum Erfolg hinreichend.

Nicht so ist es, wenn der Frosch nicht vollständig, oder nicht ganz frisch präparirt, oder aufs höchste erregbar ist: alsdann wird eine mehr bezeichnete

Heterogeneität in den feuchten Leitern, welche den homogenen metallischen in ihre Mitte nehmen, erfordert; und in dem Falle, daſs gar kein Metall in den Kreiſs kommt, ist es schlechterdings nothwendig, daſs der Frosch aufs beste präparirt sey, und überdies noch, daſs man die Muskeln des Rückens, oder besser, die entblöſsten Ischiadnerven, nicht geradezu mit den ersten besten Theilen des Schenkels, nicht z. B. mit den fleischigen und weichen, sondern, wie es Volta (in den angeführten Briefen an Vassalli und Gren) erinnert, mit jenem weiſsen und tendinösen Theil, in welchen sich der Musculus gastrocnemius endigt, zusammenbringe. Ist der präparirte Frosch zwar weniger, jedoch immer noch in einem mehr als mittelmäſsigen Grade, erregbar, so ist es nicht mehr hinreichend, mit den Ischiadnerven oder den Rückenmuskeln gedachten tendinösen Theil des Schenkels in Berührung zu bringen; es wird überdies erforderlich, daſs, wo diese Theile zur Berührung kommen, irgend eine viscide oder salzige Feuchtigkeit zugegen sey, daſs der eine oder andere nemlich, oder beide, mit Blut beschmutzt, oder daſs sie gehörigen Orts mit Speichel, Urin, Salzwasser, Seifenauflösung, oder noch besser, mit einer starken alkalischen Flüſsigkeit, befeuchtet seyn.

Sie sehen also, wieviel die Heterogeneität auch der bloſsen feuchten oder der Leiter der zweyten Klasse vermag, und wie die Wirkungen den Graden dieser Heterogeneität auf das genaueste entsprechen, d. i. wie sie gröſser sind, wenn diese gröſser werden, u. s. w. Wie wir also auch da, wo, wenn wir Muskel und Muskel, oder Nerv und Nerv, mit einan-

der verbinden, und am Orte dieser Verbindung keine merkliche Heterogeneität wahrnehmen, nichtsdestoweniger der aufs beste präparirte Frosch, dessen Erregbarkeit noch überdies sehr hoch und eine mehr als gewöhnliche ist, in Contractionen versetzt wird, (was jedoch, um die Wahrheit zu sagen, sich nur selten zuträgt,) gleichfalls vermuthen müssen, dafs dennoch eine Heterogeneität, eine Differenz, und wenn keine wesentliche, doch zum wenigsten eine zufällige, zwischen den zur Berührung gebrachten, oder den andern Theilen, welche den Kreifs zusammensetzen, zugegen sey, eine Differenz, welche hinreicht, die electrische Flüfsigkeit einigermafsen zu erregen, und in Bewegung zu setzen, einen schwachen Strom derselben zu bestimmen, und hierdurch den beobachteten Effect der Muskelcontractionen hervorzubringen: Contractionen, welche, wenn gleich nur schwach, in einem solchen höchst empfindlichen und aufs beste präparirten Frosch, sich auf den kleinsten Reiz, vorzüglich den electrischen, zeigen, wie andere Versuche mit Leidner Flaschen, und auf gewöhnliche Art electrisirten Leitern, lehren, indem zu ihrer Erhaltung die schwächste Ladung, so schwach, dafs sie das empfindlichste Electrometer nicht mehr afficirt, hinreichend ist: wie wir, sage ich, auch hier, an der einen oder andern Stelle des Kreifses, an diesem oder jenem Berührungsort, irgend eine Differenz oder Heterogeneität, ob sie schon so gering sey, dafs sie nicht zu bemerken ist, vermuthen müssen. Und wer wird behaupten können, dafs hier durchaus nichts Heterogenes zugegen sey? Dafs sich an allen den Orten der Verbindung oder Berührung zweyer den Kreifs mit bildenden Glieder

eine ganz vollkommene Homogeneität der sich berührenden Oberflächen vorfinde? Dafs die Integumente des einen Nerven oder Muskels von denen des andern in den Punkten, wo sie zusammen und in Berührung kommen, nicht um das Mindeste von einander verschieden sind? Dafs sie nicht angefeuchtet, und nicht blofs schwach durchzogen seyen, von einer wenn auch nur etwas verschiedenen Flüfsigkeit? Gewifs ist eine vollkommene Homogeneität, welche dem Argumente der Galvanianer Kraft zu geben scheinen würde, weit weniger vorauszusetzen, als eine mehr oder minder oder auch gar nicht bemerkbare Heterogeneität, welche, wie Sie gesehen haben, für Volta's Grund hinreichend ist.

Ich habe Ihnen gezeigt, (und es verdient diese Sache eine ganz vorzügliche Aufmerksamkeit), dafs die feuchten oder die Leiter der zweyten Klasse ebenfalls auch Motoren sind, sobald welche verschiedener Art, oder auch nur verschiedener Beschaffenheit an den Oberflächen oder den Punkten, mit welchen sie gegenseitig in Berührung kommen, zusammengebracht werden, wie dies der so oft genannte Professor zu Pavia auf tausend Weisen dargethan hat; indefs sind sie es selbst nach seinem Urtheil, und nach dem Zeugnifs evidenter Versuche, nicht in dem Grade, als die metallischen oder die Leiter der ersten Klasse, sondern in einem weit geringeren. Ein Beweis hiervon ist, dafs ohne Metalle, d. i. blofs mit feuchten oder Leitern der zweyten Klasse, wenn man auch die wirksamsten derselben auswählte, als wohin starkes Salzwasser, Seifenauflösung, Lauge, und vor allem das Oleum Tartari oder die flüfsige Potasche gehören, und

sie mit blofsem Wasser oder Körpern, die mit wenig oder gar nicht vom Wasser verschiedener Feuchtigkeit durchtränkt sind, zusammenbringt, man nie im Stande ist, einen Frosch in Contractionen zu versetzen, wenn dieser nicht frisch und ganz vollkommen präparirt ist, so nemlich, dafs der Nerv ein gutes Stück über den Muskel frey hervorragt und ringsherum von allen fremden Theilen befreyt ist. Volta versichert, und auch Sie können sich leicht davon überzeugen, dafs ohne eine solche Präparation, weder in den Schenkeln und andern Gliedmafsen, noch in einem blofs ausgeweideten und abgezogenen, vielweniger in einem ganzen Frosch selbst, mittelst der Schliefsung des Kreifses Contractionen zu erregen sind, wenn dieser Kreifs nicht, entweder zwey hinlänglich unter sich verschiedene Leiter der ersten Klasse, (wie Silber, Kupfer oder Messing, mit Bley oder Zinn; Eisen oder Zinn mit Zink; oder am besten diesen letzten mit einem der ersten), oder auch nur einen einzigen dieser Klasse, ein einziges Metall, zwischen zwey unter sich aufs höchste verschiedenen feuchten oder Leitern der zweyten Klasse, (wie Zinn zwischen Wasser oder einem andern mit wäfsriger Flüfsigkeit getränkten Körper auf der einen, und einer starken alkalischen Auflösung auf der andern Seite; Eisen zwischen Wasser und Salpetersäure; Silber zwischen Wasser und flüfsiger Schwefelleber,) enthält. Ist gar kein Metall im Kreise vorhanden, und sind die Glieder desselben sämmtlich Leiter der zweyten Klasse, so verschieden diese übrigens auch unter einander seyn, so mufs schlechterdings der Frosch aufs vollständigste präparirt, d. i. der Nerv auf die oben beschriebene Art vom Muskel befreyt,

und dazu diese aufs beste präparirten Theile noch von einer ganz vorzüglichen Erregbarkeit seyn, um die Contractionen wirklich zeigen zu können.

Wie groſs übrigens und welcher Art der Einfluſs einer solchen Präparation sey, hat Volta ebenfalls sehr gut gezeigt. Er zeigt, daſs, wenn es mit weniger, als die oben genannten, von einander verschiedenen, oder weniger in der nach einer groſsen Anzahl von Versuchen von ihm entworfenen, und, besonders in den öfter angeführten Briefen an Vassalli, mitgetheilten Reihe oder Scale, von einander abstehenden Metallen, wie mit Gold und Silber, mit Silber und Kupfer oder Silber und Messing, mit Messing und Eisen, mit Bley und Zinn, unmöglich ist, weder den ganzen Frosch, noch ein abgeschnittenes Glied, einen bloſsen Muskel, u. s. w., zu contrahiren, dies mit denselben Metallen sogleich zum Erstaunen gut gelingt, wenn der zur in Bewegung zu setzenden Gliedmaſse u. s. w. gehörige Nerv bloſs gelegt, und von allen ihn umgebenden Theilen befreyt ist, und er nun als Glied in die Kette eintritt. Eben so wenig glückt es, ohne eine solche Präparation, mit feuchten, weniger als die oben genannten, von einander verschiedenen Leitern, zwischen welchen sich bloſs ein Metall, was für eines es auch sey, befindet; es glückt z. B. nicht bey Zink, oder Zinn, oder Eisen, oder Messing, oder Silber, zwischen Wasser und einem Pflanzensaft, zwischen Wasser und Speichel oder Blut, Urin, Mukus, Eyweiſs, flüſsiger Colla, u. s. w. Wohl aber glückt es, nachdem alle diese Ketten aus Mangel einer guten Präparation der Organe ohne Erfolg waren, aufs beste, sobald diese gehörig zugegen ist: und dies aus kei-

nem andern Grunde, als weil bey so präparirten Organen der jedesmalige electrische Strom sich sammelt, und den Nerven in höherer Concentration durchläuft, wo dann dieser weit leichter zu erregen seyn mufs; wie dies sehr leicht zu begreifen ist, und sich auch bey den Versuchen mit gewöhnlichen electrischen Entladungen zeigt, wo z. B. bey vollkommener Präparation der Theile zur Erregung der Muskelcontractionen nach Volta's Versuchen die schwächste Ladung einer sehr kleinen Leidner Flasche hinreicht, eine Ladung, die weder die gewöhnlichen Electrometer, noch das so höchst empfindliche Bennet'sche afficirt, und kaum $\frac{1}{10}$ von der beträgt, die an den Goldblättchen dieses letzten Electrometers eine Divergenz von auch nur einer Linie bewirken könnte; während ohne eine solche Präparation, welche den Nerven blofs und ringsum frey darlegt, um den nämlichen Grad von Contraction hervorzubringen, eine mehr als 10, ja mehr als 16 mal gröfsere Ladung erfordert wird.

Wird daher auch wirklich ein nicht präparirter, sondern blofs getödteter Frosch, heftig erschüttert, wenn in dem geschlossenen leitenden Kreifs sich entweder zwey hinlänglich von einander verschiedene Leiter der ersten Klasse, zwey Metalle, in gegenseitiger Berührung, oder auch, wie wir oben gesehen und Volta es gelehrt hat, blofs ein solches, aber zwischen zwey ebenfalls hinlänglich von einander verschiedenen Leitern der zweyten Klasse, befindet; so wird es nunmehr ganz natürlich scheinen, dafs, wenn der Frosch ausgeweidet ist, und seine Ischiadnerven zum Theil blofs gelegt sind, so dafs durch diese jetzt der electrische Strom in gröfserer Concentration zu gehen genö-

thigt ist, man die nämlichen Contractionen mit minder von einander verschiedenen Leitern, oder richtiger Motoren, der einen oder der andern Art, erhält; daſs in dem Maaſse, als die Präparation vollkommner wird, auch eine immer kleinere Differenz jener dazu hinreicht, bis endlich bey ganz vollständiger Präparation, bey völliger Entblöſsung der Nerven, eine äuſserst geringe und zuweilen ganz unmerkliche Differenz der Leiter, selbst bloſs der zweyten Klasse, noch dazu hinreicht, vorzüglich, wenn die so präparirten Organe zugleich mit einer äuſserst hohen Erregbarkeit versehen sind.

II.

Nach der vollkommenen Beseitigung aller Einwürfe Galvani's und seiner wenigen Anhänger, behauptet siegreich sich demnach die Meinung Volta's, welcher, indem er darthut, daſs die unter sich verschiedenen Leiter der Electricität, vorzüglich die metallischen, bey ihrer Zusammenbringung zugleich wahre Excitatoren oder Motoren der Electricität werden, aus diesem einzigen Princip alle die Wirkungen, welche von den Galvanianern einer angenommenen thierischen Electricität, einer Electricität, die den organischen Kräften selbst eigen sey, zugeschrieben wurden, herleitet und erklärt. Man hat sich daher nicht zu wundern, daſs diese seine Meinung, die alles auf eine künstliche und äuſsere Electricität zurückführt, früher oder später, zuletzt von allen Physikern, vorzüglich des Auslandes, angenommen worden ist. *)

*) Nicht ganz einig mit Volta ist, oder war wenigstens noch vor wenig Jahren nicht, der berühmte Neapolitanische jetzt ſeit langer Zeit zu London befindliche Physiker Hr. Tiberius Cavallo, Mitglied der Königlichen Societät daselbst, u. s. w., und eben so auch

Blofs in Italien widersetzten sich die Bologneser und einige Toskaner noch dieser Meinung bis jetzt heftig, so gewifs man auch hätte glauben mögen, dafs sie diefs zu thun längst aufgehört hätten, seitdem Volta jene erregende Kraft, jenes Fortgetriebenwerden der

gegenwärtig noch nicht, so sehr er Volta übrigens auch schätzt, der grofse deutsche Physiologe und Naturforscher Alexander von Humboldt, von welchem wir ein sehr weitläufiges Werk und voll tiefer Blicke, betitelt: Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, nebst Vermuthungen über den chemischen Procefs des Lebens in der Thier- und Pflanzenwelt. Erster Band. Mit Kupfertafeln. Posen und Berlin, 1797. 8., haben, in welchem Werke der Verfasser, wie es scheint, sich zu sehr der blofsen Speculation überläfst, und mehr, als gut ist, einem gewissen chemisch-physiologischen System huldigt, welches sein Scharfsinn sich gebildet hat; wie denn überhaupt seit einigen Jahren der Geschmack an einer solchen transcendenten chemischen Physiologie, vorzüglich in Deutschland, entstanden ist und sich verbreitet hat.

Die genannten Physiker ausgenommen, weifs ich nicht, dafs andere Ausländer gegenwärtig noch der Meinung Volta's widersprächen; im Gegentheile kommen sie so sehr mit ihm überein, dafs sie, indem sie, wie er, die Wirkungen der Action vorzüglich den Metallen zueigen, dieselbe mit dem bereits viel umfassenden Worte: Metallreiz (*irritamentum metallorum*) bezeichnen. S. das vortreffliche Physikalische Wörterbuch von Gehler, den 5ten oder Supplementband. 1795. Art. Thierische Electricität; ferner Gren's Journal der Physik von 1793 bis 1797, und den oben angeführten Artikel seines Grundrisses der Physik.

electrischen Flüssigkeit durch die bloſse Berührung gehörig verschiedener Leiter, vermittelst einer Reihe der schönsten neuen Versuche bereits seit zwey Jahren öffentlich dargethan und direct bewiesen hat. Es sind dieses vom Galvanismus unabhängige Versuche, Versuche einer andern Ordnung gleichsam. Da ich sie im vorhergehenden Briefe bloſs kurz berührt habe, so sey der gegenwärtige dazu bestimmt, umständlicher von ihnen zu handeln. *)

Was zunächst die metallischen, oder die Leiter der ersten Klasse, welche auch im Allgemeinen weit bessere Erreger, als die der zweyten Klasse, sind, betrifft, so hat Volta die Anhäufung der electrischen Flüſsigkeit, welche im einen Metall auf Kosten eines andern, im Zinn z. B. auf Kosten des Silbers, zu Folge ihrer wechselseitigen Berührung vor sich geht, am Electrometer bemerkbar gemacht; er hat dies aufgehobene Gleichgewicht, die durch dieses einfache Mittel hervorgebrachte künstliche Electricität, selbst an den gemeinen Electrometern dargethan und gemessen, anfangs mit Beyhülfe des Duplicators, (eines Instruments, welches ganz auf den Principien seines Condensators beruht, und eigentlich nichts als ein zusammengesetzter Condensator oder Collector **) ist,) dar-

*) Vergleiche über sie den 2ten und 3ten Brief Volta's an Gren im 14ten Bande der *Annali* von Brugnatelli. (Vergl. dies. Beyträge. B. I. St. 3. S. 43 – 106.) *R.*

**) Die erste Idee und Construction dieses zusammengesetzten Condensators, dem er den Namen eines Duplicators gegeben hat, verdankt man Bennet, seine erste Verbesserung Cavallo, und seine Vervollkommnung

auf mit Hülfe des bloſsen Condensators, zuletzt aber auch ganz ohne den einen oder andern, *) und zwar auf folgende Art.

Er bringt eine Silberplatte von 2 bis 3 Zoll Durchmesser, welche er vermittelst einer isolirenden (aus einer dünnen mit gutem Siegellack überzogenen Stange Glas bestehenden) Handhabe hält, an eine gleiche nicht isolirte Platte von Zinn; beyde Platten müssen gut an einander anschlieſsen, welches man daraus ersieht, daſs sie bedeutend mit einander cohäriren: **) wenige oder auch nur einen Augenblick darnach trennt er die eine Platte von der andern auf einen Zug, und in perpendiculärer Richtung so, daſs die Flächen beyder Platten bis zur Vollendung der Trennung beständig parallel unter sich bleiben, und bringt darauf die isolirte Silberplatte schnell mit dem Haken oder Hut ei-

und Ausbildung zu einem äuſserst bequemen und zierlichen Instrument Nicholson. Man sehe die verschiedenen Abhandlungen hierüber im Original in den *Philosophical Transactions of the Royal Society of London.* Vol. LXXVII. LXXVIII. und in der Übersetzung, vorzüglich die von Nicholson, in Gehler's Physikal. Wörterbuch. B. V. S. 301—307., Gren's Journal d. Phys. B. I. S. 49 u. f., B. II. S. 61. u. f. und in den *Annales de Chimie* vom Jahre 1797.

*) S. den angeführten zweyten und dritten Brief an Gren.

**) Ich bemerke indeſs, daſs, wenn auch eine solche Cohäsion von Vortheil ist, indem sie eine bessere Berührung beyder Platten anzeigt, doch auch eine mäſsige hinlänglich ist, sobald die Flächen dieser Platten recht durchaus eben sind.

nes sehr empfindlichen Goldblattelectrometers in Berührung. Sogleich gelangen die Blättchen dieses Electrometers zu einer Divergenz, die von dem Grade von Electricität herrührt, den ihnen die gedachte Silberplatte mittheilt, welche Electricität, wie man wohl sieht, diese Platte bey nichts anderem, als in ihrer vorhergegangenen Berührung mit dem Zink, und zu Folge dieser Berührung, erlangen konnte.

Die Divergenz, in welche die Pendel des Electrometers nach einer einzigen solchen Berührung versetzt werden, ist gering, indem ihre Enden sich schwerlich um mehr als eine halbe oder drey Viertheil Linien von einander entfernen. Sind indeſs diese Pendel oder Goldblättchen zwey gute Zolle lang, und von den feinsten, welche die Goldschläger verfertigen, so gelangt Volta mit der 4, 5 bis 6 maligen Wiederholung des gedachten Spiels, indem er nemlich die beyden Platten eben so viele Male von neuem mit einander in Berührung bringt, sie auf die angezeigte Weise von einander trennt, und mit derjenigen von beyden Platten, welche isolirt ist, den Hut des Electrometers berührt, doch leicht dahin, die Divergenz seiner Blättchen bis auf eine, ja bis auf anderthalb Linien zu bringen.

Der Versuch gelingt noch besser, wenn man die vorige Silberplatte mit einer Schraube auf den Kopf des Electrometers befestigt, sodann die andere, jetzt mit einem isolirenden Handgriff versehene Platte von Zinn auf jene und in Berührung mit ihr bringt, und diese darauf zu wiederholten Malen von jener, nachdem man vor jeder neuen Berührung diese, die Zinnplatte, der wenigen Electricität, die sie in der vorher-

gehenden Berührung erlangte, beraubt hat, trennt; auf diese Weise glückt es, die Goldblättchen des Electrometers, welches die Silberplatte trägt, um zwey gute Linien, und auch noch etwas mehr, divergiren zu machen.

Dasselbe erhält man, wenn man die Silberplatte, statt mit einer andern von Zinn, mit einer gleichen Platte von Zink in Berührung setzt; auch ist die Wirkung hierbey noch beträchtlich gröfser, so dafs Volta dahin gelangte, die Divergenz der Blättchen des Electrometers bis auf zwey, drey und noch mehr Linien zu treiben.

Diese Electricität, welche im Stande ist, in den Pendeln des Electrometers eine Divergenz von drey oder zwey Linien, ja wenn auch noch weniger, hervorzubringen, ist hinreichend stark, um sich ferner untersuchen zu lassen, und ohne Zweydeutigkeit zu zeigen, welcher Art sie sey, ob positiv oder plus, oder negativ oder minus, indem man nemlich Acht giebt, ob gedachte Divergenz des Electrometers, bey Annäherung einer durch Reiben erregten Glas- oder Siegellackstange, zu- oder abnimmt. Auf diese Art fand Volta, dafs die Electricität in der Silberplatte, welche er mit einer von Zinn oder Zink zusammengebracht hatte, beständig negativ war, woraus folgt, dafs die Electricität der letzteren positiv seyn müsse: welches sich auch bestätigt, sobald man den Versuch umkehrt, d. i. mit dem Electrometer die Zinn- oder die Zinkplatte verbindet, diese darauf mit der Silberplatte berührt, u. s. w.

Wenn man indefs auch unter günstigen Umstän-

den, und bey der angezeigten Aufmerksamkeit, *) auf solche Weise dahin gelangt, die Electricitäten, welche die Platten in ihrem wechselseitigen Contact erhalten, direct zu entdecken, und sogar die jedesmalige Art der Electricität zu unterscheiden, so ist es doch allemal besser, und der Versuch selbst gereicht zu mehrerer Satisfaction, wenn man diese Electricität noch bemerklicher machen, und sie bis auf einen noch beträchtlich höhern Grad der Stärke bringen kann, so dafs sie im Stande ist, auch die Pendel eines noch weniger empfindlichen Electrometers, d. i. eines mit Strohhalmen, aus einander zu treiben; auch wird eine solche künstliche Verstärkung, zur Bewegung selbst des Goldblattelectrometers, nothwendig, wenn die Platten nemlich, welche in Verbindung kommen, entweder an sich nicht sehr verschieden sind, oder, bey selbst grofser Verschiedenheit, doch nicht mit hinlänglich breiten Oberflächen mit einander in Berührung gebracht werden, (welches, wieviel es Einflufs habe, und warum? — Volta in seinem zweyten und dritten Briefe an Gren umständlich auseinander gesetzt hat,) und daher beyde Platten mit einer ganz unmerklichen Electricität aus ihrem wechselseitigen Contact hervorgehen. Um defshalb das Gesuchte zu erreichen, nimmt Volta den Condensator, ein von ihm schon vor verschiedenen Jahren erfundenes Instrument,

*) S. hierüber den angeführten zweyten Brief an Gren, in welchem Volta die Bedingungen umständlicher erörtert, die zum möglichst besten Erfolg dieser Versuche erforderlich sind.

das ihm auch zu manchen andern wichtigen Entdekkungen gedient hat, welches ich indeſs lieber Electricitäts-Collector nennen möchte, zu Hülfe. Sie kennen, berühmter Professor, dieses herrliche physikalische Instrument gewiſs, und die verschiedenen Einrichtungen, welche sich ihm geben lassen; Sie werden daher leicht verstehen können, wie Volta es anwendet, um auch die schwächste Electricität, welche vorkommt, wie die ist, welche aus der angezeigten Zusammenbringung verschiedener Metallplatten hervorgeht, zu einem sehr beträchtlichen Grad von Kraft zu bringen. Die einfachste Art, an die er sich jetzt hält, indem er den Duplicator, dessen, wie bereits erwähnt, er sich anfangs (vor nun zwey Jahren) bediente, um die metallische Electricität recht bemerklich zu machen und nach Möglichkeit zu multipliciren, *) welchen er indeſs bald, einige Fälle ausgenommen, entbehrlich fand, und daher seinem einfachen Condensator für gewöhnlich den Vorzug gab, **) ganz zur Seite setzt, ist folgende.

Er nimmt zu einem solchen Condensator eine Scheibe oder Platte irgend eines Metalles, und versieht sie mit einer isolirenden Handhabe, welche sich im Mittelpunkt ihrer einen Oberfläche befindet, die gerade nicht plan und eben seyn darf, sondern mehr

*) S. seinen zweyten Brief an Gren in T. XIV. der *Annali* (Vergl. dies. Beyträge. B. I. St. 3. S. 43 – 72.) *R.*

**) S. den dritten Brief daselbst. (Vergl. d. a. O. S. 73 – 106) *R.*

oder weniger convex u. s. w. seyn kann. Diese Scheibe, welche Volta den Scudo oder Schild zu nennen pflegt, setzt er mit ihrer andern Oberfläche, welche aber, nicht wie jene rauh, convex, u. s. w., ist, sondern vollkommen eben seyn mufs, auf eine gleichfalls recht ebene Basis, die entweder an sich selbst ein Halbleiter, oder sonst mit einer dünnen Lage eines Nichtleiters überzogen ist, als, auf ein mit guter Wachsleinewand bedecktes Tischchen, auf eine Platte gut getrockneten Marmor, oder besser, auf eine zweyte mit gutem Bernsteinfirnifs oder dünn mit Siegellack überzogene Metallplatte. Bedient er sich dieser letztern zur Basis, so wendet er alle Aufmerksamkeit an, um nicht durch Reiben oder Stofsen einige Electricität zu erregen, wodurch diese Basis wie ein Electrophor wirken und aus diesem Grunde zweydeutige Resultate geben würde: eben so auch bey der Anwendung des Wachstuchs oder des Marmors, welche beyden Substanzen jedoch, da sie minder idioelectrisch sind, einem solchen widrigen Zufall weniger ausgesetzt, vielmehr, besonders der Marmor, geneigt sind, durch Aufnahme von Feuchtigkeit zu wenig isolirend zu werden. Doch ist es leicht, auch diesem zweyten widrigen Zufall zu begegnen und den Marmor zum besten Zustand, (in welchem er sich zuweilen schon von Natur befindet, wenn er nemlich lange Zeit einer trocknen Umgebung ausgesetzt gestanden hat,) in kurzer Zeit dadurch zurück zu bringen, dafs man ihn an der Sonne oder am Feuer gehörig erwärmt: in diesem Zustande und wenn er dabey eine merkliche Laulichkeit besitzt, hat er gerade jene Halbleitung, welche die Condensation oder Anhäufung der

Electricität, und ihre Conservation in der Platte oder dem Schild, welches mit ihm verbunden ist, aufs beste begünstigt. Man versichert sich seiner, indem man untersucht, ob eine mäſsige Electricität von 10, 15, 20 Graden des Strohhalmelectrometers, welche man in diese Platte oder Schild bringt, sich lange darinn erhält, und beym Aufheben dieser Platte von der Marmorunterlage, viele Minuten, ja mehrere Stunden darnach, noch hinlänglich merkliche Zeichen giebt. Bedient man sich zur Basis, statt der Marmorebene, einer mit Siegellack überzogenen Metallscheibe, so erhält sich die Electricität in der oben angezeigten Stärke, (eine gröſsere zu versuchen, taugt nicht, weil sie sich auf die isolirende Oberfläche selbst festsetzen würde,) in der darauf gesetzten unüberzognen Platte, wie Volta zeigt, viele Stunden, und zuweilen über einen Tag. Auch ist für den Versuch, von dem die Rede ist, nicht einmal so viel nöthig; es reicht hin, sich zu versichern, daſs die gedachte Collectorplatte eine Electricität von wenigen Graden einige Minuten hindurch ohne merklichen Verlust behalte, welches nemlich etwa die Zeit ist, die jeder Versuch zu dauern hat.

Nachdem Volta den kleinen Condensatorapparat auf diese Weise vorgerichtet, und sich aufs beste von dessen Zustand und Disposition, nemlich, daſs nichts von eingedrückter Electricität in ihm zugegen sey, und daſs er die, welche der obern Platte oder Schild mitgetheilt wird, gehörig conservire, überzeugt hat, so theilt ihm Volta nun wirklich welche mit, indem er diejenige in ihn überträgt, welche die verschiedenen Metallplatten durch ihre Berührung erlangen: er bringt nemlich

gewöhnlich die eine Platte, welche er an ihrem isolirenden Handgriff hält, an die andere nicht isolirte oder mit dem Boden verbundene Platte, trennt sie schnell davon, und bringt sie mit dem Collector, oder dem Schild des Condensators in Berührung; darauf bringt er diese Platte von neuem mit der vorigen Platte zusammen, trennt, bringt sie wieder mit dem Schild in Berührung, und wiederholt überhaupt dieses Spiel, nachdem es nöthig ist, 10, 20, 30, oder mehrere Male. Hebt er dann den Schild, in welchem sich die Electricität, welche die hin- und hergegangene Platte bey jeder Berührung erlangt, und ihm mitgetheilt hat, an seinem isolirenden Handgriff auf, und bringt ihn mit dem Electrometer in Berührung, so erscheinen jetzt die Zeichen dieser Electricität sehr viel stärker, als die sind, welche ohne diese Beyhülfe des Condensators zu erhalten gewesen wären, und nicht allein die Goldblättchen des Bennet'schen Electrometers, sondern auch die Pendel des Cavallo'schen, und die ihnen von Volta substituirten Strohhalmen, geben um viele Grade auseinander. Ich habe gesehen, wie mit zwey Platten von zwey Zoll Durchmesser, wovon die eine von Silber, die andere von Zink, und beyde recht eben waren, und mit einem guten Condensator, bey 10, 15, 20 Mal auf die oben angezeigte Art wiederholter Berührung die Electricität so weit gebracht wurde, daſs die Strohhalmen 4, 6, 8 Linien auseinander fuhren: ich habe bey bis 30 Mal wiederholter Berührung sich eine so groſse Electricität ansammeln sehen, daſs die Pendel gegen die Wände der über zwey Zoll weiten Flasche anschlugen. Ja was noch mehr: mit 40 oder 60 solchen abwechselnden

Zusammenbringungen derselben kleinen Platten unter einander, und Berührungen des Schilds des Condensators mit der getrennten isolirten, gelangte Volta dahin, aus diesem einen sichtbaren Funken zu erhalten.

Um bequem und mit Geschwindigkeit dem Schild des Condensators die von der einen Platte, bey jeder ihrer Berührungen mit der andern von ihr verschiedenen Platte, erhaltene Electricität mittheilen zu können, ist es von Nutzen, wenn dieses Schild einen mit ihm verbundenen und von seinem Rande einige Zoll frey hervorragenden Messingdrath hat, gegen welchen jene Platte nach jeder Trennung von der andern, entweder mit ihrem Rande, oder mit einem zweyten ähnlichen Drath, anschlägt. Befinden sich diese Platten unter gedachtem Metalldrath und recht nahe an ihm, so können die erforderlichen 20, 30 oder mehr wechselseitigen Berührungen in weniger als eben so viel Sekunden vollendet werden, und von der in dieses Schild übergetragenen Electricität in so kurzer Zeit wenig oder nichts verloren gehen, selbst wenn auch seine Basis, die Marmorebene, oder aus was für einer andern halbleitenden Substanz sie auch bestehe, nicht in dem besten Zustande ist, und sie die Electricität schon nach Verlauf weniger Minuten wieder fahren liefse.

Sehen Sie also, lieber Freund, wie grofs die Electricität ist, welche unser Volta von der einfachen wiederholten Zusammenbringung seiner verschiedenen Metallplatten erhält, und welche auch Sie erhalten würden, wenn es Ihnen gefiele, diese eben so instructiven als in Erstaunen setzenden Versuche, und mit

der angeführten dabey nöthigen Aufmerksamkeit, zu wiederholen. Volta selbst, der, von seinen Nachforschungen auf diese Versuche gebracht, sich allerdings einigen Erfolg von ihnen versprach, bekennt, daſs er Wirkungen dieser Gröſse nicht erwartet hätte, auch gelang es ihm nicht sogleich beym Anfang seiner Versuche dieser Art vor zwey Jahren, wo er den Duplicator *) anwandte, sie so groſs zu erhalten. Er war aber damals noch nicht auf den Gedanken gekommen, die verschiedenen Metalle sich in ebenen und groſsen Flächen berühren zu lassen, **) und diese Berührungen auf die oben beschriebene Weise zu wiederholen, wie er dies in der Folge gethan hat. ***)

Jetzt hat er daher die Genugthuung, mittelst dieser neuen Art, ohne den oben angeführten und zwar zierlichen, aber complicirten Apparat *Nicholson's* arbeiten, und sich bloſs seines einfachen Condensators bedienen zu können, auch mit diesem die vorher nicht geglaubte, ja nicht einmal geahnete metallische Electricität, die er zuerst muthmaſste, aus

*) S. seinen zweyten Brief an Gren.

**) Wie und wieviel ein groſser Contact, oder die Zusammenbringung der Platten in sehr breiten Oberflächen, bey zwey Metallen, die beyde oder von denen auch nur eines isolirt ist, zur Anhäufung einer gröſsern Menge electrischer Flüſsigkeit im einen auf Kosten des andern, beyträgt, hat Volta in seinem angeführten zweyten und folgenden dritten Briefe an Gren umständlich auseinander gesetzt, und die ganze Sache auf einerley Principien mit denen des Condensators zurückgeführt.

***) S. den dritten Brief.

den Versuchen des Galvanismus folgerte, und nachher aus Gründen aller Art behauptete, bis es ihm gelang, sie durch directe Versuche aufserhalb des Galvanismus, wie die oben beschriebenen sind, darzuthun, zu jedem ihm beliebigen Grad der Stärke zu bringen.

Diese Versuche beweisen, dafs der Zink mit einer geheimen Kraft das electrische Fluidum aus dem Silber, welches jenes berührt, an sich ziehe, welcher Anziehung zu Folge ersteres positiv electrisirt oder plus, letzteres negativ oder minus, aus diesem Contacte hervorgeht; und das in einem Grade, welcher keinesweges eben äufserst schwach ist, wenn, wie Sie gesehen haben, schon nach einer einzigen Berührung, sich diese Electricitäten am Bennet'schen Electrometer äufsern können, und sich mit 10, 15, 20 Mal wiederholten Berührungen in einem guten Condensator so viel Electricität ansammeln kann, dafs sie auch die Strohhalmelectrometer in eben dem Grade afficiren, u. s. w. Geheim aber nenne ich mit Volta jene Kraft oder Eigenschaft, vermöge welcher die vorher ruhige und sich im Gleichgewicht befindende electrische Flüssigkeit, indem sie auf gewisse Weise dieses Gleichgewicht verläfst, von einem Metall nach dem andern, bey blofser Berührung ihrer unter einander, strebt und in dasselbe übergeht, geheim, sage ich, nenne ich sie, weil, worin sie auch bestehe, in Anziehung oder Zurückstofsung oder einer andern unbekannten Ursache, in einer Anziehung, welche, wie bey der Brechung des Lichts, die Bewegung, von welcher die electrische Flüssigkeit, dem, das freye Feuer und andere strahlende Flüssigkeiten betreffen-

den, auch von Gren *) gefolgten, Systeme Prevost's **) gemäfs, auch, wenn sie im Zustande ihres Gleichgewichts völlig ruhig scheint, dennoch continuirlich sich belebt befindet, oder in was sonst es sey, Volta selbst nicht wagt es zu entscheiden, zufrieden, das Factum entdeckt und dargethan zu haben.

Lassen auch wir daher so schwierige Untersuchungen, und fahren fort, uns bey den Versuchen des Professors zu Pavia zu verweilen. Auch die Verbindungen minder, als Silber und Zink, oder Silber und Zinn, in der angezeigten electrischen Eigenschaft von einander verschiedener Metalle unter sich sind wirksam, nur dafs man von ihnen einen gleichen Grad von Wirkung, als von jenen, erst mit einer gröfsern Anzahl von Berührungen erhält. Eine jede Verschiedenheit ihrer, so klein sie auch sey, ja wenn sie auch blofs eine zufällige ist, reicht daher hin, die Electricität, welche diese Metalle zu Folge ihres wechselseitigen Contacts erlangen, so weit zu steigern, dafs sie nicht nur dem Goldblatt-, sondern auch dem Strohhalmelectrometer bemerklich wird, und man auch ihre Art unterscheiden kann: es wird dazu blofs ein sehr guter Condensator, (ein solcher nemlich, welcher die Electricität ohne merklichen Verlust sehr lange Zeit

*) S. dessen Grundrifs der Naturlehre. Dritte Auflage. 1797. S. 343. u. f.

**) *Recherches physico - mechaniques sur la chaleur, par Pierre Prevost. Genev.* 1792. 8. (Prevost's physisch-mechanische Untersuchungen über die Wärme A. d. Fr. von Bourguet. Halle. 1798. 8.) *R.*

zurückhält,) und eine um so öftere Wiederholung des Spiels der wechselseitigen Berührungen erfordert, je weniger das eine Metall vom andern verschieden ist, oder je geringer ihr Abstand in der von Volta construirten mehrmals gedachten Scale *) von einander ist.

Was die Art der Electricität betrifft, so ist es hinlänglich zu bemerken, daſs in den Verbindungen von Zink und Zinn, von Zinn und Eisen, von Eisen und Messing, von Messing und Silber, welche in der angezeigten Scale, eines vom andern, um verschiedene Grade von einander abstehen, das jedesmalige erste die electrische Flüssigkeit anzieht, und daher plus electrisirt, das zweyte aber sie fahren läſst, und minus electrisirt wird, d. i, das obere empfängt, und das untere giebt, (und zwar gar nicht so wenig, als man etwa glauben möchte,) und daſs dieses nur in verhältniſsmäſsig kleinerer Quantität auch bey den Zwischengliedern Statt hat. So empfängt das Eisen

*) S. seinen dritten Brief an Vassalli, Anmerkung 3, in *Annali* etc. T. XI. (vergl. Volta's Schreiben u. s. w. von Mayer. S 13. 14. — *R.*)

In dieser Scale oder Tafel ist in Hinsicht des Quecksilbers ein Irrthum eingelaufen, welches nahe bey Gold und Silber gesetzt ist, während es doch, wie in Pfaff's Tafel (s. dessen *Commentatio de Electricitate sic dicta Animali, Stuttgard.* 1793. 8. oder: Über thierische Electricität und Reizbarkeit. Göttingen. 1794. 8. vergl. Gren's Journ. d. Phys. B. VIII. 3. B. S. 224.), und wie es auch neuere Versuche mit Platten, und andere über Geschmack, u. s. w., beweisen, in der Gegend von Bley oder Zinn stehen sollte. *R.*

vom Silber, und giebt dem Zinn *), dieses empfängt vom Eisen, und giebt dem Zink. Überhaupt aber geht bey zwey sich berührenden Metallen um so mehr electrische Flüssigkeit vom einen nach dem andern, je verschiedener sie sind, oder je weiter sie in der gedachten Scale von einander abstehen.

Und hier muſs ich vor allem bemerklich machen, wie genau und vollkommen diese Versuche, mit denen des Galvanismus, sowohl in Hinsicht der Richtung der electrischen Flüſsigkeit, ihres Strebens und Übergangs aus dem einen Metall in das andere, als auch in Hinsicht der Grade dieses Strebens und Übergangs, welche Volta in seiner Tafel oder Scale der metallischen

*) Volta fand, daſs eine Platte von Eisen auch dem Quecksilber giebt, oder es minus electrisch macht, und fast so stark, als das Zinn. Dieses ist der für die Correction in der vorigen Anmerkung direct entscheidende Versuch.

Neuerlich hat Volta den Ort des Quecksilbers in gedachter Reihe abermals bestimmt, und es fast ganz wieder da gefunden, wo er es früher im dritten Briefe an Vassalli hinsetzte, nemlich in der Nähe des Silbers, zwischen diesem und dem Kupfer, (vergl. Pfaff's u. Friedländer's französische Annalen. Heft I. S. 177. 178.), welcher letztere Ort, für reines Quecksilber, bey weitem der richtigere ist. Worinn dieses nomadische Verhalten des Quecksilbers, was in seinem „reinsten" Zustande sogar dem Golde noch giebt, und verschiedner anderer Metalle, seinen Grund habe, lehren die Versuche, welche ich zu Anfange dieses Jahres in den Annalen der Physik von Gilbert, B. XVI. S. 293. u. f. beschrieben habe.

R.

Leiter, oder besser, Erreger, besonders in seinem bereits mehrmals citirten dritten Briefe an Vassalli, darstellte, übereinstimmen. Diese Tafel, welche gedachte Excitatoren in eine lange Reihe geordnet enthält, fängt oben mit dem Zink, als demjenigen, der unter allen die electrische Flüssigkeit am stärksten anzieht, am meisten geschickt ist zu empfangen, an, und endigt unten mit der Kohle, als dem, der am meisten fähig ist und strebt, zu geben, *) und zeigt auf diese Art an, daſs die obern die genannte Flüſsigkeit von den untern an sich ziehen, und um so stärker, um so mehr davon, je weiter sie in jener Scale von einander abstehen; so daſs die respectiven Abstände die eben so groſsen Grade dieser Tendenz bezeichnen. Diese Tafel hatte er früher construirt, bestimmt nemlich, daſs die electrische Flüſsigkeit von diesem Metall nach jenem übergeht, und daſs sie dies mit so oder so viel Kraft thue; ersteres nach seinen Versuchen über den sauren und alkalischen Geschmack, von dem er entdeckt hatte, daſs er auf der Zunge er-

*) Pfaff setzt nach der Kohle, und ganz zuletzt, das strahlige Graubraunsteinerz, welches Volta einige Grade früher setzt. Dies ausgenommen differirt Pfaff's Scale wenig oder gar nicht von der Voltaischen, welche letztere übrigens weit reichhaltiger ist, wie man sich aus näherer Einsicht derselben überzeugen kann.

(Selbst nach dem strahligen Graubraunsteinerz fand ich 1802 noch den Oisanit oder Anatase, als welcher auch dem strahligen Graubraunsteinerz noch gab. Vergl. bereits dies. Beyträge B. I. St. 4. S. 229. — *R.*)

regt werde, nachdem von zwey mit einander verbundenen Metallen dieses oder jenes die Spitze der Zunge berührte, verglichen mit dem Geschmack, welchen er empfand, indem er die Zunge bald an den plus electrisirten, folglich gebenden, bald an den minus electrisirten, folglich empfangenden Conductor einer gewöhnlichen Electrisirmaschine, hielt; *) das

*) S. Volta's Abhandlungen, vorzüglich den zweyten Brief an Vassalli im sechsten Theil der *Annali*; (vergl. Gren's Neues Journal der Physik B. II. S. 151 — 172. *R.*)

Auch nach andern Versuchen hatte er diese Richtung der electrischen Flüfsigkeit bey der Berührung vorzüglich des Silbers mit Zink, d. i., dafs diese Flüfsigkeit von jenem nach diesem übergehe, und von hier durch den zwischengebrachten feuchten Leiter wieder nach dem erstern zurückkehre, vermuthet, und selbst auf sichere Art dargethan. Bey der Behandlung gehörig präparirter Frösche mit sehr kleinen Entladungen von künstlicher Electricität durch sie, entdeckte Volta, dafs, wenn die Entladung so geschah, dafs der electrische Strom von den Ischiadnerven nach den Muskeln der Füfse, in welchen sich diese befanden, oder vom Stamm des Nerven nach seinen Zweigen, ging, die schwächste Entladung hinreichte, diese Muskeln zu mehr oder minder heftigen Contractionen zu bringen, ihnen mehr oder minder starke Schläge mitzutheilen; eine Ladung einer sehr kleinen Leidner Flasche war dazu hinlänglich, die kaum einen Grad des empfindlichsten Bennet'schen Electrometers betrug: nahm der Strom hingegen seine Richtung von den Muskeln nach den Nerven, oder von den Zweigen der Nerven nach ihrem Stamm, so war mehr als das Doppelte, Dreyfache, ja zuweilen auch als das Vierfache jener Ladung erforderlich, um die nemlichen Contractionen her-

zweyte, nemlich den Grad jener Kraft oder Tendenz, nach dem gröſsern oder geringern Vermögen, welches

vorzubringen. Nachdem er also gefunden und durch wiederholte Versuche bestätigt hatte, daſs der electrische Strom weit lebhafter wirkte, wenn er von den Ischiadnerven nach den Muskeln der Füſse, in welchen sich jene befinden und verzweigen, ging, als wenn seine Richtung die entgegengesetzte war, blieb ihm bloſs noch übrig, zu untersuchen, ob auch in den Versuchen des Galvanismus, d. i. der metallischen Berührungen, die Wirkung stärker seyn werde, wenn er das Zinn an die Nerven, und das Silber an die Muskeln bringe, oder umgekehrt, um zu erfahren, in welchem dieser beyden Fälle der electrische Strom die beschriebene günstige, und in welchem er die entgegengesetzte ungünstige Richtung nehmen würde. Volta aber fand, daſs bey gehörig präparirten Fröschen die Contractionen beständig weit stärker waren, wenn das Zinn sich am obern Theile der Ischiadnerven, das Silber, Messing, oder Eisen aber an ihrem untern Theile, oder den Muskeln befanden, als wenn die Vertheilung dieser Metalle die umgekehrte war, und daſs, wenn das Thier bereits sehr geschwächt war, er bloſs noch auf die erste Art, und nie mehr auf die zweyte umgekehrte, die krampfhaften Bewegungen desselben zu erregen im Stande war, und wenn ja auch auf diese zweyte Art noch welche erschienen, dies nicht bey der Schlieſsung des Kreiſses durch die wechselseitige Berührung der Metalle, sondern im Augenblicke ihrer Trennung geschah; welches sonderbare und in Erstaunen setzende Phänomen unser Volta dergestalt erklärt, daſs es zugleich dasjenige aufs beste bestätigt, was er bereits in Hinsicht der Richtung des electrischen Stroms beym Zusammenbringen der gegebenen Metalle erwiesen hatte. Er stellt sich nemlich vor, wie bey der Trennung des leitenden Kreiſses dem so eben noch existirenden electrischen Strom

ihm diese Metalle, nachdem er dies oder jenes mit dem oder jenem verbunden hatte, nicht nur in den

sich plötzlich ein Hindernifs entgegenstellt, was ihn nöthigt, gegen dasselbe anzustofsen, sich zurückzuziehen, und in der umgekehrten Richtung, einer zurückgeworfenen Welle gleich, sich zurückzustürzen, aus welchem Grunde, wo zuvor (im gegenwärtigen Falle) der Strom sich in der nicht günstigen Richtung, d. i. von den Muskeln oder den Zweigen des Nerven nach diesen oder ihrem Stamm, ergofs, er jetzt im Augenblick seines Hindernisses und Anstofses, von diesen nach jenen, d. i., in der günstigen, und daher zur Hervorbringung von Contractionen geschickten Richtung zurückfliefsen mufs.

Damit der Versuch, einen (was nöthig ist) gehörig präparirten Frosch auf diese Art durch die Trennung oder Öffnung des leitenden Kreifses eher und leichter als durch die Schliefsung desselben zu erschüttern, gelinge, ist es von Nutzen, dafs er bereits bis auf einen gewissen Grad, doch weder zu sehr, noch zu wenig, geschwächt sey, weil, wenn er noch zu lebhaft und zu erregbar ist, auch bey der Schliefsung des Kreifses, welches dabey auch die Vertheilung des Silbers und Zinnes in Rücksicht der Nerven und Muskeln des Frosches sey, sobald letztere nur in diesem Kreifs begriffen sind, die stärksten Erschütterungen niemals aufsenbleiben werden, er aber auf der andern Seite schon bis auf einen zu schwachen Grad der Erregbarkeit zurückgekommen ist, er gegen diesen schon an sich nicht sehr starken Anprall und momentanen Rückflufs der elektrischen Flüfsigkeit bey der Trennung des Kreifses nicht mehr empfindlich genug seyn kann. Ist er hingegen so eben bey dem rechten Grade der Erregbarkeit angelangt, so ist es schön zu sehen, wie er, erst mit den Ischiadnerven oder dem Rückenmark, von dem sie ausgehen, auf eine Platte Zinn, und mit den Füfsen auf eine von Silber, dann mit jenen auf Silber, und diesen

erwähnten Geschmacksempfindungen, sondern auch in Erregung der Muskelcontractionen, zeigten. Jetzt

auf Zinn gelegt, im ersten Falle bey jeder unmittelbaren, oder auch durch einen metallischen Bogen mittelbar veranstalteten, Verbindung beyder, sich stark contrahirt, und nie, oder fast nie, bey ihrer Trennung, im andern Falle aber, wo die Beine auf dem Zinn, der Rumpf oder das Rückenmark aber auf dem Silber liegt, sich nie bewegt im Augenblick der Verbindung dieser Platten, wohl aber und immer in dem ihrer Trennung. Noch schöner und wunderbarer nehmen sich diese Versuche aus, wenn man sie zu gleicher Zeit an zwey gut präparirten und auf dem dazu rechten Grade der Erregbarkeit befindlichen Fröschen anstellt, von welchen auf den nemlichen beyden Platten sich der eine in der einen, der andere in der andern der angezeigten Lagen befindet. Äufserst frappant ist es sodann, zu sehen, wie der eine, der mit seinen Nerven auf dem Zinn, mit seinen Muskeln aber auf dem Silber liegt, in Contractionen geräth, so oft der Kreifs geschlofsen wird, während der andere umgekehrt liegende ganz ruhig bleibt, und wie umgekehrt dieser erschüttert wird, und jener ruht, so oft der Kreifs geöffnet oder unterbrochen wird.

Die oben gegebene Erklärung dieser Erregung von Contractionen unter den angezeigten Umständen bey der Unterbrechung des Kreifses durch das von selbst erfolgende Dazwischentreten eines dem Durchgange des electrischen Stroms unüberwindlichen Hindernisses, welches einen Rückprall oder momentanen Rückflufs desselben zur Folge hat, setzt die wirkliche Existenz eines electrischen Stroms voraus, setzt voraus, dafs dieser Strom die ganze Zeit hindurch, da der leitende Kreifs in seiner Schliefsung verbleibt, continuirlich anhalte, weil, wenn dies nicht wäre, und vor der Trennung der Metalle oder irgend einer andern Unterbrechung, oder im Augenblick der einen oder andern selbst,

bieten daher seine neueren Versuche mit Platten, die Versuche über die (wohl mit diesem Nahmen zu bele-

die electrische Flüſsigkeit sich bereits in Ruhe befände, im Augenblicke dieser Trennung, welche an sich nichts thut, als bloſs ein Hinderniſs oder einen Isolator, wie die Luft ist, dazwischen zu bringen, diese Flüſsigkeit keinen Rückprall erleiden, und also auch sich nicht zurückbegeben könnte. Wenn daher der Kreiſs, in welchem verschiedene Metalle in Contact sind, geschlossen wird, so ist es keinesweges eine bloſs momentane Entladung der electrischen Flüssigkeit, welche, wie man sich einbilden könnte, bey dieser Schlieſsung erfolgt, sondern eine continuirliche Circulation derselben, befördert und unterhalten von der beständig bestehenden ununterbrochen wirksamen Kraft jener Metalle. So meint es Volta; dem gemäſs hat er sich in mehrern seiner Abhandlungen ausgedrückt, und so beweisen es, auſser den sonderbaren so eben auseinander gesetzten Versuchen, auch jene andern nicht minder schönen und instructiven über den auf der Zunge erregten Geschmack, das Brennen in den Augenliedern, und so weiter, dadurch, daſs sowohl jener Geschmack, als dieses Brennen, (zu denen, um sie, besonders den Geschmack, auch mit der gewöhnlichen Electrisirmaschine zu erregen, weit mehr ein gelinder anhaltender Strom der electrischen Flüſsigkeit, als eine schnelle plötzliche Entladung derselben, erfordert wird), bey der Unterhaltung des Contacts der verschiedenen Metalle nach und nach zunehmen, und so, daſs, wenn sie ohne eine Unterbrechung des Kreiſses zu lange dauern, sie zuletzt zu stark und fast unerträglich werden. Auch ist es allerdings so; in den ersten Augenblicken ist der Geschmack sehr schwach, aber nach und nach wächst er dergestalt, daſs, wenn die sich berührenden Metalle, welche den Kreiſs mit bilden, sehr verschieden sind, er zuletzt höchst lebhaft wird; auch das Brennen im Auge, was man im Anfang gar nicht em-

gende) **metallische Electricität**, wodurch dieselbe am Electrometer bemerklich gemacht worden ist,

pfindet, und, wenn man den Kreiſs nicht unterbricht, noch nach vielen Sekunden nur erst ganz schwach ist, wächst so, daſs es nach einer oder etlichen Minuten u. s. w. dem Auge schon sehr lästig fällt. Es kann daher keinem Zweifel mehr unterworfen seyn, daſs die Circulation der electrischen Flüssigkeit nicht in der That so lange anhalte, als der Kreiſs in welchem sich die verschiedenen metallischen Leiter, die unter diesen Umständen wahre und perpetuelle **Motoren** sind, in Berührung befinden, geschlossen bleibt.

Warum aber, wird man fragen, wachsen und verdoppeln sich nicht, bey unterhaltener Schlieſsung des gedachten Kreiſses, und der Unterhaltung des electrischen Stroms durch ihn, warum nehmen nicht auch die Muskelbewegungen, die Contractionen im Frosch, u. s. w., zu, oder halten wenigstens an? Warum erfolgen diese bloſs im Augenblick, daſs man den Kreiſs schlieſst, und hören dann sogleich auf? Warum muſs man den Kreiſs unterbrechen, und ihn wieder ganz von neuem schlieſsen, damit sie wiedererscheinen? Warum dauern die Krämpfe und Convulsionen nur fort, warum erhält man erst dann einen anhaltenden Tetanus, wenn man jene Abwechselungen von Schlieſsung und Trennung des Kreiſses sehr schnell auf einander folgen läſst? Und warum endlich ist auch die Empfindung des Lichts, wenn man, wie **Volta** es gelehrt hat, die Metalle an das Auge u. s. w. bringt, bloſs momentan, und nur die eines vorübergehenden Lichtscheins? Warum muſs man auch hier den Kreiſs sehr viele Male immer wieder von neuem öffnen und schlieſsen, um die Empfindung eines continuirlichen Leuchtens zu haben? — Auf diese Fragen läſst sich keine weitere Antwort geben, als daſs die Disposition der zum Sinne des Gesichts bestimmten, und der zur Bewegung der willkührlichen Muskeln dienenden Nerven von

die schönsten, und der genannten Scale, so weit Volta's Versuche in Bezug auf sie bis jetzt angestellt sind, aufs vollkommenste correspondirenden Resultate dar. Konnte nach einer solchen Übereinstimmung, noch ein Zweifel darüber zurückbleiben, daſs diese von Motoren erregte Electricität nicht die nemliche sey, welche auch die mit metallischen Armaturen oder Bogen hervorzurufenden Phänomene des Galvanismus hervorbringt? Und ist es noch nöthig, für diese Phänomene auf ein anderes unbekanntes Princip, auf die ganz willkührliche Annahme einer animalischen, von den Organen als solchen selbst in Bewegung gesetzten, (innern) Electricität, zurück zu kommen? Ist die vorhingenannte künstliche und äuſsere, durch Zusam-

der Art ist, daſs diese Nerven, ihrem Unterschied von denen des Geschmacks und Gefühls zu Folge, schnell bey der ersten Anbringung eines Reizes, und so auch auf den ersten Impuls der in Strömung versetzten electrischen Flüſsigkeit, erregt werden, es ferner aber, während der nemliche Reiz unverändert fortdauert, nicht mehr werden, indem sie sich ihm auf gewisse Weise anbequemen, und so denselben, bey der Fortdauer des electrischen Stroms mit der nemlichen Stärke, nicht weiter empfinden.

Es wäre vieles über diese verschiedenen Dispositionen und Erregbarkeiten der zu Bewegungen, und der zu jedem Sinne, dienenden Nerven, und über solche Gesetze der animalischen Physik, zu sagen, wodurch die weise Oekonomie derselben, und viele Folgen daraus für die teleologische Ansicht manche Aufklärung erhalten würden; es ist indeſs hier nicht der Ort dazu, und auſserdem noch Zeit, diese ohnehin schon zu lang gewordene Anmerkung zu schlieſsen.

menbringung dieser Metalle in Bewegung gesetzte Electricität nicht hinreichend dazu? — Doch genug von solchen metallischen, oder Berührungen der Leiter erster Klasse unter sich.

Ich gehe jetzt zu der Verbindung der nemlichen Leiter erster Klasse mit feuchten oder Leitern der zweyten Klasse über. Auch hier ist es Volta gelungen, directe Versuche anzustellen, welche beweisen, dafs jene diesen electrisches Fluidum geben, und die respectiven Zeichen negativer Electricität in den ersten, und positiver in den zweyten, wirklich zu erhalten. Da aber diese Zeichen zu schwach sind, um sich geradezu am Electrometer zu offenbaren, indem sie kaum das allerempfindlichste Goldblattelectrometer zu afficiren im Stande sind, so hat er dazu seinen Condensator zu Hülfe nehmen müssen, welcher, wenn er auch für die Versuche mit den Metallplatten, die, wenn sie sonst hinlänglich von einander verschieden sind, und sich auf gehörige Weise berühren, aus diesem Contact mit einer so beträchtlichen Electricität hervorgehen, dafs sie geradezu auf die Pendel dieses Electrometers wirken, und sie, wie wir gesehen haben, in eine Divergenz von einer, zwey und auch mehr Linien versetzen, nicht eben absolut nothwendig ist, für die gegenwärtigen Versuche, wo nicht, wie bey den vorigen, zwey verschiedene Metalle, sondern nur eines, und zwar mit einem feuchten oder Leiter der zweyten Klasse, sey es übrigens auch auf die beste Weise, zusammengebracht wird, es allerdings ist. Die Art, auf welche Volta diese Versuche, (die eine Menge sowohl In- als Ausländer, und auch ich, zu meinem gröfsten Vergnügen bey ihm

gesehen haben, und die zum Theil bereits auch öffentlich bekannt geworden,) *) ausführt, ist die nemliche, wie bey den vorigen; auch bey ihnen gebraucht er Platten. Er bringt die isolirte Metallplatte an eine andere von Holz oder Pappe, an einen Ziegel- oder andern porösen Stein, an Leder oder sonst einen ihm beliebigen Körper, die oder der vollkommen eben, und im gehörigen Grade mit Wasser oder einer anderen Flüfsigkeit befeuchtet ist, ohne es jedoch so stark zu seyn, dafs die Metallplatte davon nafs werden müfste, trennt darauf diese Platte von jener, berührt damit den Schild des Condensators, bringt sie wiederum an die im rechten Maafse feuchte Fläche zurück, trennt sie von neuem davon, bringt sie abermals mit dem Condensator in Berührung, und wiederholt dies ganze Spiel 30, 40 oder mehrere Male. Ist der Condensator in gutem Zustande und isolirt gehörig, (am besten dient zu solchen Versuchen ein kleiner Condensator, dessen Basis entweder aus einer gut am Feuer oder an der Sonne getrockneten Marmorebene, oder einer mit einer dünnen Lage Siegellack überzogenen Metallplatte besteht), so sammelt sich hierbey in seinem Schilde eine so grofse Electricität, dafs sie nachher beym Aufheben desselben, nicht nur ein Goldblattelectrometer, sondern auch das viermal weniger empfindliche Strohhalmelectrometer, merklich afficirt, indem sie in demselben eine Divergenz von zwey, drey, vier, und auch mehr Linien hervorbringt.

Diese Electricität, welche die Metallplatte bey

*) In seinem zweyten und dritten Briefe an Gren.

ihrer Zusammenkunft mit dem feuchten Leiter erhält, findet sich beständig und ohne Ausnahme negativ, und eben so beständig ist ihr correspondirend diejenige positiv, die der berührte feuchte Körper, welcher Art er, und die Flüfsigkeit, die ihn durchdrang, auch waren, zeigt; wie man erfährt, wenn man den Versuch umkehrt, und statt der Metallplatte, jetzt den feuchten Leiter, nach seiner Trennung von jener, den Schild des Condensators berühren läfst.

Wohl aber ist der Grad dieser Electricität, welche sich bey der Berührung der Metalle oder der Leiter erster Klasse mit feuchten oder Leitern der zweyten zeigt, verschieden, je nachdem man diese oder jene oder beyde wechselt. Volta findet, dafs im Allgemeinen die Metalle den salzigen Flüfsigkeiten oder dem damit getränkten Holz, Leder, Papier, u. s. w., weniger geben, als den nemlichen Körpern, wenn sie mit reinem Wasser getränkt sind, und dafs dieses überhaupt geneigter zu empfangen ist, als die anderen Flüfsigkeiten. Blofs das Zinn zeigte ihm eine Disposition, den Alkalien und dem Kalkwasser oder der Kalkmilch mehr zu geben, als dem reinen Wasser; woraus sich der schöne und interessante Versuch erklärt, den Volta zu Anfange seines ersten Briefes an Gren *) erzählt, und in welchem man einen sauren Geschmack in dem Augenblicke bemerkt, als man die Spitze der Zunge an eine mäfsig starke alkalische

*) *Annali* ec. T. XIII. (desgl. Gren's N. J. d. Phys. B. III. 480. und dies Beyträge. B. I. St. 3. S. 3. — *R.*)

Flüfsigkeit oder Kalkmilch, die in einem zinnernen Gefäfs, was man in den gut mit Wasser befeuchteten Händen hält, befindlich ist, bringt. Etwas noch weit merkwürdigeres aber ist es, dafs der Zink, welcher doch im Versuch mit andern Metallen von ihnen allen empfängt, folglich plus electrisch wird, und eben so mit andern Körpern, die zwischen Leitern und Nichtleitern in der Mitte liegen, weit mehr als die andern Metalle die positive Electricität erhält, an den feuchten Leitern ganz im Gegentheil sich nicht blofs negativ electrisirt, wie jedes andere Metall, sondern auch diese Electricität des Mangels besser als alle, und in einem weit höhern Grade als sie, erlangt.

Und hier kann ich nicht umhin, bemerklich zu machen, wie schön diese Tendenz des Zinks den feuchten Leitern zu geben, und die weit gröfser ist, als die ähnliche Tendenz der übrigen Metalle, mit der Tendenz, welche, wie wir sahen, diese haben, ihm zu geben, zusammentritt, um, da beyde in gleicher Richtung wirken, und eine die andere unterstützt, den electrischen Strom in dem leitenden Kreifs, in welchem sich Zink mit einem andern Metall in unmittelbarer Berührung befindet, stärker, voller und schneller zu machen. Jetzt sieht man ein, wefshalb die Versuche des Galvanismus so vorzüglich gut gelingen, wenn das eine der dabey angewandten Metalle Zink ist, obschon das andere nur Bley oder Zinn sey, die eines wie das andere, wie die Versuche mit den Platten lehren, diesem Zink zwar geben, jedoch nicht viel, im Gegentheile sehr wenig. Es ist deutlich, wie dadurch, dafs dieser Zink die electrische

Flüſsigkeit in den mit ihm verbundenen feuchten Leiter in weit stärkerm Grade vortreibt, als das Bley oder das Zinn es von der entgegengesetzten Seite her, d. i., nach dem andern feuchten Leiter hin, zu thun sucht, der electrische Strom befördert wird.

Um wieder auf die Versuche mit den Platten zurückzukommen, habe ich bereits erwähnt, daſs das Holz oder der andre Körper, welcher das Metall zu berühren hat, zwar allerdings feucht seyn muſs, jedoch nicht so feucht, daſs er die Fläche des Metalls näſse, auch sie nicht merklich davon anlaufen könne. Als Grund hiervon giebt Volta an, daſs, wenn die Metallplatte, bey der Trennung von der im Übermaaſse feuchten Holz- oder andern Platte, eine ihr angehangene Schichte Feuchtigkeit, bestehe sie auch im allerfeinsten Schleyer, der kaum ein ganz schwaches Anlaufen zu bilden im Stande ist, mit hinwegnimmt, die Trennung folglich dann nicht zwischen Metall und Flüſsigkeit, sondern zwischen Flüſsigkeit und Flüſsigkeit, zwischen Wasser und Wasser, u. s. w., erfolgt, das electrische Fluidum, welches das Metall in seiner Berührung mit diesem Wasser oder anderer Flüſsigkeit an dieses zu verlieren hatte, sich noch in jener Schicht dieser Fluſsigkeit angesammelt befindet, welche an ihm hängen geblieben war, unter solchen Umständen aber kein Mangel, keine Electricität des Mangels, in dieser Platte erscheinen kann. Es geschieht überhaupt dasselbe, als wenn eine Silberplatte, die man an mehrere über einander gelegte Blättchen Zinn brächte, bey dem Aufheben von ihnen eines dieser Blätter mit sich wegnähme; in diesem Falle gäbe die Silberplatte, da die Trennung zwischen Zinn und Zinn

geschehen wäre, nicht die Zeichen von Electricität, welche sie zu geben pflegt, wenn sie sich ganz und gehörig von dem Zinn, was sie berührte, trennt. So darf auch, wenn eine Metallplatte mit einer feuchten von Holz oder anderer Substanz in Berührung ist, diese nicht zu feucht seyn, wenn man die gehörigen electrischen Zeichen von ihr erhalten will, sondern nur so eben soviel, daſs jene sich noch nett und sauber von dieser trennt, ohne einen feuchten Überzug mit von ihr wegzunehmen, oder selbst auch nur schwach davon anzulaufen.

Volta befeuchtet seine Platten von Holz, die er entweder so wie sie sind anwendet, oder mit Papier, mit Leder, und dergleichen, bedeckt, mit dem Wasser oder der Flüſsigkeit, mit welcher er Versuche machen will, und trocknet sie darauf mit grauem Papier, bis sie auf diesem kein sichtbares Zeichen von Feuchtigkeit mehr zurück lassen, worauf sie zum Versuch geschickt sind. Eben so werden sie es auch, und noch besser, wenn er sie von selbst, nur nicht zu trocken, werden läſst, indem er sie einige Zeit einer im rechten Grade, das ist, zwischen 80 und 85 Grad des Saussure'schen Haarhygrometers, feuchten Umgebung aussetzt. Eine Feuchtigkeit derselben von 90 Graden dieses Hygrometers fängt, wie er findet, schon an, schädlich zu werden. So trocknen sie auch umgekehrt schon zu sehr aus, wenn die Umgebung, der er sie aussetzt, unter 75 bis 70 Graden des gedachten Hygrometers feucht ist, wodurch sie schon zu den Versuchen, für welche sie bestimmt sind, weniger tauglich werden, weil, indem sie in einigem Grade isolirend oder idioelectrisch werden, sie nicht mehr

alle metallische Platten zur negativen Electricität, noch jede besondere zu dem respectiven Grad derselben, bestimmen: überhaupt ändert sich alles so, daſs die Versuche zweydeutig werden, und in einigen Metallen, vorzüglich im Zink, positive Electricität statt der negativen erscheint, u. s. w. Alkalische Flüſsigkeiten und andere deliquescirende Salze, d. i. Platten von Holz, u. s. w., die damit getränkt sind, erfordern jedoch ein trockneres Medium, als gleiche mit bloſsem und wenigem Wasser getränkte. Für Kalkmilch aber ist der Feuchtigkeitsgrad am besten, der auch für Wasser der beste ist, d. i. zwischen 80 und 85 Grad; man bemerkt sodann, daſs, wie bereits erwähnt, das Zinn dieser Kalkmilch weit mehr giebt, als dem bloſsen Wasser.

Endlich ist es unserm Volta geglückt, vermittelst der nemlichen Manipulation u. s. w., auch durch die wechselseitige Berührung zweyer Platten, von denen weder die eine noch die andere eine metallische ist, eine Electricität zu erhalten, die stark genug ist, um sich auch am Electrometer zu äuſsern. Er tränkt diese zwey Platten weder zu sehr noch zu wenig, (aus dem bereits angeführten Grunde,) mit verschiedenen Flüſsigkeiten, die eine z. B. mit Wasser, und die andere mit einer Auflösung von Salpeter, mit Kalkmilch, einer starken alkalischen Lauge, u. s. w., und constant ist die Electricität positiv gewesen in der mit Wasser, und negativ in der mit der salzigen Flüſsigkeit getränkten Platte.

Es hat ihm indeſs viele Mühe gekostet, diese Electricitäten bis zu dem Grade zu bringen, wo sie auf das Electrometer wirken können, und beständig

sind sie um vieles schwächer gewesen, nicht allein als die, welche zwey verschiedene Platten, die beyde von Metall sind, geben, sondern auch als die, welche er von zwey Platten erhielt, wovon blofs die eine von Metall, die andere aber von Holz, entweder wie sie ist, oder mit Leder, Papier, u. s. w. überzogen, und nachmals mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit getränkt, war. Es macht Volta Mühe, sage ich, diese Electricitäten, die aus der Zusammenbringung zweyer Platten, von denen keine von Metall ist, und die blofs durch die verschiedene Flüfsigkeit verschieden sind, mit welcher er sie im rechten Grade tränkt, zu erhalten sind, bis zur Bemerklichkeit am Electrometer zu bringen; denn er ist genöthigt, das Spiel der wechselsweisen Berührungen der Platten unter einander, und einer davon mit dem Schild des Condensators, wohl 100 und mehrere Male zu wiederholen, damit dieses nachher, beym Abheben von seiner Basis, die Strohhälmchen des Electrometers um nur eine oder zwey Linien von einander treibe, da, wenn die eine Platte von Metall (am besten von Zink) ist, zu einer eben so grofsen und gröfsern Divergenz nur 20 oder 30 Berührungen, und wenn beyde Platten von Metall und sehr verschieden, von Silber und Zinn z. B., sind, gar nur 4 bis 6 dergleichen erfordert werden.

Und so sehen Sie denn, (um dies jetzt auf die Versuche des Galvanismus anzuwenden,) warum, wenn es so leicht ist, die Empfindungen des Geschmacks, des Lichts, u. s. w. sowohl, als die Muskelcontractionen, zu erregen, wenn man zwey sehr verschiedene Metalle im Kreifse sich berühren läfst, so dafs die letztern noch erscheinen, wenn auch der

Frosch nicht vollständig präparirt, ja nicht einmal abgezogen noch ausgeweidet ist, es schon nicht mehr so leicht ist, ihn zu bewegen, wenn zwischen zwey feuchten oder Leitern der zweyten Klasse nur ein einziges Metall oder Leiter der ersten Klasse befindlich ist, und äuſserst schwer, wenn der Kreiſs bloſs aus feuchten Leitern, so verschieden sie auch unter sich seyn mögen, gebildet ist, so daſs in diesem letzten Falle die Contractionen, nur unter der Bedingung der besten Präparation und der höchsten Erregbarkeit des Frosches, erscheinen. Um überhaupt die Glieder eines Frosches durch die so äuſserst schwache Electricität, durch die von bloſsen auch noch so verschiedenen feuchten oder Leitern der zweyten Klasse, in Contractionen versetzen zu können, müssen diese Glieder so präparirt und beschaffen seyn, daſs sie auch bey den Versuchen mit der künstlichen Electricität der gewöhnlichen Electrisirmaschine durch eine 5 bis 6 Mal kleinere Entladung, als die, auf welche ein zwar getödteter, aber bloſs ausgeweideter, Frosch sich kaum bewegt, und durch eine 20 bis 30 Mal kleinere, als die, welche einen ganzen, d. i. auch nicht ausgeweideten Frosch, mit Noth erschüttern kann, zu Contractionen zu bringen sind.

Da wir so eben von den Versuchen mit der gemeinen künstlichen Electricität sprechen, und sie mit der, auf die neue Art, durch das einfache Mittel der Berührungen heterogener Leiter unter sich, erregten, in Vergleichung setzen, so bemerken wir ferner, daſs, nach Volta, zur Erschütterung eines vollkommen, d. i. so präparirten Frosches, daſs seine Füſse mit dem Rückgrat bloſs durch die Ischiadnerven noch zusam-

menhängen, die Entladung einer mäfsigen Leidner Flasche durch ihn, die so schwach electrisirt ist, dafs ihre Spannung kaum $\frac{1}{10}$ Grad des besten Strohhalmelectrometers beträgt, und auch die Goldblättchen des so höchst empfindlichen Bennet'schen Electrometers nicht afficiren kann, vollkommen hinreicht, ja dafs zuweilen eine Ladung, die noch kein $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{30}$ Grad beträgt, eben so vollkommen hinreicht, wenn nemlich der Frosch, oder seine aufs beste präparirten Muskeln und Nerven zugleich eine ausgezeichnete und fast ungeheure Erregbarkeit haben; welche so höchst schwachen Ladungen jenen Electrometern nur durch die Beyhülfe des Condensators bemerklich gemacht werden können. Was Wunder also, wenn dieses animalische Electroscop, dessen Empfindlichkeit die des feinsten Strohhalm- oder Goldblattelectrometers so sehr übertrifft, da es durch die so äufserst geringe und ganz unwahrnehmbare Electricität der Leidner Flasche erschüttert wird, auch auf jene äufserst geringe, auf die andere neue Weise erregte Electricität reagirt, sie anzeigt und durch sie bewegt wird, auf den sehr schwachen Strom nemlich, in welchen die electrische Flüfsigkeit durch die blofse Berührung von unter sich verschiedenen, und, wie die oben angeführten Versuche bewiesen, selbst in einigem Grade sich als wahre Excitatoren verhaltenden, feuchten oder Leitern der zweyten Klasse allein, versetzt wird?

Auch kann man in der That nur unter der Bedingung der vollkommensten Präparation des Frosches, und der höchsten Erregbarkeit desselben, dahin gelangen, in ihm, entweder mit zwey nur sehr wenig von einander verschiedenen, oder auch fast gleichartig schei-

nenden Stücken Metall, oder auch mit nur einem Metall, was blofs an seinen beyden Enden nicht vollkommen homogen oder von gleicher Beschaffenheit, was z. B. an dem einen von ihnen, wenn gleich so wenig, dafs das Auge diese Differenz nicht unterscheiden kann, beschmutzt oder sonst auf irgend eine Art verändert ist, oder auch ganz ohne ein Metall, indem man nemlich den Kreifs aus blofsen mehr oder minder von einander verschiedenen feuchten oder Leitern der zweyten Klasse, und endlich, indem man ihn, wie bey dem Zurück- und in Berührungbringen des einen oder andern Beins des Frosches nach und mit den entblöfsen Ischiadnerven, oder irgend einem Theile des Rumpfs, aus den thierischen Theilen selbst bildet, Contractionen zu erregen; in welchen Versuchen zuletzt alle die Einwürfe bestehen, welche von Galvani und andern gegen die so fest begründete Meinung Volta's gemacht worden sind: nur unter diesen möglichst günstigen Umständen vollkommenster Präparation und höchster Erregbarkeit der Gliedmafsen des Frosches, sage ich, gelingen diese Volta eingeworfenen Versuche; denn ist die Erregbarkeit des Frosches eine niedere, ist er bereits matt, geschwächt, und nicht vollständig präparirt, endlich auch nicht einmal ausgeweidet, so wird zur Erschütterung desselben, zur Erregung von Muskelcontractionen in ihm, eben sowohl eine 6, 8, 10 ja bis 20 Mal stärkere Ladung der Leidner Flasche oder des Conductors der gewöhnlichen Electrisirmaschine, als in diesen andern blofsen Berührungsversuchen ein um eben so viele Male stärkerer Reiz der electrischen Flüfsigkeit erfordert, welcher Reiz dadurch erzeugt wird, dafs man entweder

zwischen die Theile des Organs irgend einen andern differenteren Leiter, wie eine starke salzige Flüſsigkeit, (was indeſs nicht hinlänglich ist, sobald der Frosch nur halb präparirt, noch weniger, wenn er bloſs getödtet und abgezogen ist), oder zwischen dergleichen verschiedene feuchte Leiter ein Metall, bringt, oder endlich, durch den Contact zweyer gleichfalls und immer um so mehr von einander verschiedener Metalle, je matter der Frosch, oder je unvollkommner seine Präparation ist, so daſs, wenn man mit einem Frosche experimentirt, dem bloſs der Kopf abgeschnitten, und dessen Körper bloſs abgezogen, übrigens aber ganz gelassen ist, man, um seine Gliedmaſsen zu contrahiren, zwey der unter sich verschiedensten d. i. in der bereits mehrmals angeführten Scale um sehr viele Grade von einander abstehenden Metalle, als Silber und Zinn, Messing und Bley, Eisen und Zink, am besten aber Silber und Zink, *) in den Kreiſs

*) Auch mit bloſs einem Metall gelingt es, einen solchen unausgeweideten Frosch, oder abgeschnittenes nicht weiter präparirtes Bein desselben zu erschüttern, wenn der eine von den beyden feuchten Leitern, zwischen welche jenes Metall kommt, sehr vom andern verschieden ist, oder in Hinsicht seiner electrischen Action auf dieses Metall sich sehr vor dem andern auszeichnet. Auf solche Weise versetzte Volta einen bloſs geköpften und abgezogenen Frosch durch einen Bogen aus bloſs einem Metall und zwar aus Silber, Eisen, oder Zinn, in Contractionen, indem er das eine Ende des erstern auch nur leicht mit flüſsiger Schwefelleber, das eine des andern mit Salpetersäure, oder das des dritten mit einer starken alkalischen Flüſsigkeit bestrich,

und in ihm zur Berührung unter einander bringen mufs, genau so, wie man auch, wenn man den so beschaffnen Frosch durch die gewöhnliche Electricität der Maschine oder der Flasche zu Contractionen bringen will, eine gegen 20 Mal stärkere anwenden mufs, als die sehr schwache ist, welche einen ganz vollständig und frisch präparirten Frosch in Contraction zu versetzen im Stande ist.

Sie sehen, wie alle Wirkungen aufs genaueste der Ursache entsprechen, welche Volta für sie aufstellt, und die in nichts besteht, als in dem Vermögen, welches die Leiter, die er deſshalb auch Excitatoren oder Motoren nennt, besitzen, das Gleichgewicht der electrischen Flüfsigkeit zu stören, indem sie dieselbe, überall, wo zwey, entweder wesentlich, oder auch aus irgend einem Grunde blofs zufällig und oberflächlich, verschiedene von ihnen, mit einander verbunden werden, aus dem einen nach dem andern übertreiben: welches Vermögen klein ist, bey der Zusammenkunft zweyer verschiedener Leiter, die beyde feucht oder von der zweyten Klasse sind, und sehr klein, wenn ihre Verschiedenheit ebenfalls eine geringe ist, mäfsig ja schon grofs bey der Berührung eines Metalls oder Leiters der ersten Klasse mit einem der zweyten, und von verschiedener Stärke nach der jedesmaligen Verschiedenheit des Metalls und des

und darauf beyde Enden des einen oder andern Bogens in zwey Gläser mit Wasser tauchte, die durch jenen Frosch so verbunden waren, dafs sein Rumpf im einen, und seine Beine im andern Glase hingen.

feuchten Leiters, und sehr groſs endlich, in dem wechselseitigen Contact zweyer und sehr verschiedener Leiter, die beyde zur ersten Klasse gehören, wie Silber und Zinn, Silber und Bley, oder besser noch Silber und Zink. Diese genaue Correspondenz zwischen der Wirkung und der von Volta dafür aufgestellten Ursache, und welche, wie jeder sogleich sieht, bey weitem gröſser ist, als die zwischen jener und der von Galvani dafür angenommenen Ursache, müſste schon einen jeden bestimmen, der ersten den Vorzug vor letzterer zu geben, selbst, wenn auch diese Eigenschaft der Leiter, welche sie zugleich zu Erregern oder Motoren macht, noch nicht durch so einfache und directe Versuche dargethan wäre. Jetzt also, nachdem sie es ist, nachdem die Sache nicht allein bewiesen, sondern auch durch die oben beschriebenen Versuche sowohl mit Metall-, als andern nicht metallischen Platten, welche sich durch die bloſse Berührung electrisiren, und ihre Electricität aufs deutlichste am Electrometer zu erkennen geben, vor jedermanns Augen gelegt ist, was sagen Sie, mein lieber Aldini, und was wird Galvani dazu sagen? Ich meines Theils sage, und folgere mit fast allen Physikern, denen diese letztern Versuche zur Bekanntschaft gekommen sind, und welche auch früher, nach den, von Volta auf so viele Weisen vervielfältigt und vermannichfachten, bloſsen Versuchen des Galvanismus, seiner Meinung bereits beygetreten waren; ich schlieſse, und sage: Volta beweist seine künstliche und äuſsere, durch den wechselseitigen Contact verschiedener Leiter, welche sie auch seyen, vorzüglich der metallischen, erregte Electricität; beweist sie

durch directe und höchst einfache Versuche, macht dieselbe gewissermaſsen handgreiflich, entdeckt die Art derselben, wo nemlich sie positiv oder plus, und wo negativ oder minus, ist, und miſst zuletzt sie mit dem Electrometer. Galvani hingegen hat die bey seinen (an sich übrigens vortrefflichen und Erstaunen erregenden) Versuchen angenommene thierische Electricität, welche nach seiner Meinung von einer organischen Function oder Lebenskraft innerlich in Bewegung gesetzt werden soll, auf keine Weise bestätigt, viel weniger ist er im Stande gewesen, sie am Electrometer darzuthun. Ich glaube nicht, daſs er dies jemals im Stande seyn wird. Und was für Gründe und Versuche kann er ferner noch dafür anführen wollen? Und wie ist es möglich, daſs er noch Anhänger finden kann, nachdem jene Versuche sämmtlich, wie auch alle neuern, welche bis jetzt über den Galvanismus angestellt worden sind, vollkommen und zur Genüge aus dem Princip zu erklären sind, was Volta entdeckt und gegenwärtig bis zur höchsten Evidenz erwiesen hat, aus dem Vermögen oder der Action, welche verschiedene Leiter jeder Art bey ihrem Contact ausüben, die electrische Flüſsigkeit in Bewegung zu setzen.

Darstellung des Gegensatzes

zwischen Flexoren und Extensoren, und ihren Erregbarkeiten, wie ihn Galvanische Versuche geben, und Reduction desselben auf einen andern neuen überall verbreiteten Gegensatz;

vom

Herausgeber.

I.

Bereits in der ersten Ankündigung dieser Beyträge im Intelligenzblatt der Allgemeinen Literatur-Zeitung 1799, März, hatte ich unter andern eine Abhandlung über entgegengesetzte Zustände der Erregbarkeit thierischer Organe, versprochen. Ich hielt dieses Versprechen bis jetzt noch nicht, weil ich einen ebenfalls zu jener Zeit bereits gefundenen Gegensatz zwischen den Streck- und Beugemuskeln thierischer Organe, gleich darauf in solchem Zusammenhange mit jenem der verschiedenen Erregbarkeiten erblickte, daſs beyde zuletzt nur Einen Gegenstand ausmachten, und Eine Darstellung erforderten. Die ausnehmende Mannichfaltigkeit anderer Galvanischer Arbeiten aber, welche die raschen Fortschritte des Galvanismus seitdem nach der Reihe nothwendig machten, und die so viele von dem, was durch die Galvanische Kette und später auch die Säule, an thierischen Organen, diese selbst betreffend, zu untersuchen war, lange Zeit fast gänzlich abhielten, haben auch mich verhindert, jenem an sich gewiſs sehr wichtigen Gegenstand alle die ununterbrochene Aufmerksamkeit zu schenken, die er erforderte, sobald die Versuche ihn bis ins feinste Detail verfolgt darstellen sollten.

Neulich war ich indeſs bey einer Gelegenheit, wo ich thierische Organe als Reagentien für die phy-

sischen Verhältnisse anorgischer Körper brauchen mufste, weil sie gröfstentheils die einzig möglichen waren *), genöthiget, von einem Theile des gedachten Gegenstandes, den verschiedenen Zuständen der Erregbarkeit, nach welchen die Zeichen, durch welche thierische Organe auf angebrachte Reize antworten, und ihre Art entscheiden, ebenfalls verschieden ausfallen, so viel in der Kürze anzuführen, als dem, der sowohl meine Beobachtungen und die Folgerungen daraus bestätigt finden, als beyde selbst fortsetzen sollte, erforderlich war, um in allem Wechsel der Erregbarkeit des Organs und seiner Zeichen, dennoch beständig orientirt zu seyn, und es entweder in jedem Zustande als scharf entscheidendes Reagens gebrauchen, oder auch denjenigen von den möglichen Zuständen des Organs abwarten oder herbeyfördern zu können, der selbst unter den ungeschicktesten Händen nicht mehr täuschen kann, weil, sobald er eingetreten, er nie in einen andern wieder zurückgehen kann, sondern bis zum völligen Erlöschen aller noch vorhandenen Erregbarkeit beständig derselbe bleibt. **)

Schon aber diese kurze Darstellung des Hauptsächlichsten von dem, was jene verschiedenen Zustände der Erregbarkeit betrifft, hat die Aufmerksamkeit mehrerer sehr geschätzter Physiologen auf eine Art auf sich gezogen, die alles ist, was ich wünschen

*) S. Gilbert's Annalen der Physik, B. XVI. S. 293—319.

**) S. den angef. Ort, S. 320—335.

konnte. Sie haben mich aufgefordert, den Gegenstand in der ganzen Ausbreitung abzuhandeln, die ich ihm zur Zeit geben könne, und mir die Nachsicht versprochen, um die ich sie zu einer Zeit zu ersuchen hatte, wo ich gerade am wenigsten praktisch mit ihm beschäftiget war.

In der Voraussetzung, daſs ich diese Ihre Stimme für die allgemeine halten dürfe, ist es, daſs ich es unternehme, jenem Verlangen möglichst nachzugeben.

Um nichts zu versehen, werde ich kein Resultat früher aussprechen, als die Thatsachen es gegeben haben, diese selbst aber in derjenigen Ordnung aufführen, in welcher sie es am leichtesten thun können.

Die Art von Schüchternheit aber, mit der ich unwillkührlich mich diesem Vorhaben zu nähern scheinen möchte, wird man gern mit dem Gefühl entschuldigen, welches man allemal hat, wenn man nach einem langen Weilen auf den gebahnteren Wegen der anorgischen Natur, wieder den organischen Boden betritt, wo dann auch der Erfahrenste sich zugerufen hört: Zeuch deine Schuhe aus von deinen Füſsen, denn der Ort, da du auf stehest, ist ein heilig Land.

I.

Von den verschiedenen Zuständen der Erregbarkeit und ihrem Gegensatze.

§. 1.

Es ist ein sehr bekannter Versuch, dafs, wenn man zwey gleich- oder ungleichnamige thierische Organe, als z. B. zwey Froschschenkel, oder einen Vorder- und einen Hinterfufs, desselben oder verschiedener Thiere einer oder verschiedener Art, u. s. w., auf gewöhnliche Weise für Galvanische Experimente präparirt, die Muskeln derselben unmittelbar, oder durch irgend einen homogenen Leiter des Galvanismus, als Metall, Kohle, Reifsbley, nassen Schwamm, und dergleichen, oder auch ein Stück Muskelfleisch selbst wieder, mittelbar, mit einander verbindet, dann den oder die Nerven des einen Organs mit Zink, die des andern mit Silber armirt, und hierauf die Kette, wie man sagt, schliefst, bey dieser Schliefsung der mit seinen Nerven auf dem Zink, z, *Tab.* III. *Fig.* 56., befindliche Muskel *m*, am stärksten, oder auch allein, zuckt, bey der Trennung aber der mit seinen Nerven auf dem Silber, *s*,

befindliche Muskel *n*. Doch ist die Reizung der Organe bey der Trennung einer solchen Kette im Allgemeinen beträchtlich schwächer, als die bey der Schliefsung. Ist daher die Erregbarkeit der Organe schon so weit gesunken, dafs die Sollicitation *n*'s bey der Trennung nicht mehr hinreicht, ihn in wirkliche Bewegungen zu setzen, so schweigt *n* bey der Trennung ganz, und blofs bey der Schliefsung hat *m*, und, wenn sonst alles in Ordnung, allein, gezuckt. Ist die Erregbarkeit aber noch hoch genug, damit *n* so eben bey der Trennung noch contrahirt werden könne, so wird es dies schwächer werden, als *m* bey der Schliefsung, überhaupt wird hier fast sicher bey dieser Schliefsung *m* allein, und bey der folgenden Trennung *n* wieder allein, zucken, ohne dafs beym einen oder andern, *n* oder *m* zugleich mit in eine merkliche Bewegung versetzt würde.

§. 2.

Nicht bey jedem Grade der Erregbarkeit eines oder verschiedener Organe aber, ist der Erfolg der angegebene. Es ist nur der gewöhnlich am öftersten vorkommende. Zu ihm wird erfordert, dafs entweder die Organe schon an und für sich, und von Anfang an, auf einem in Bezug auf andere mögliche, sehr niederem Grade der Erregbarkeit befindlich waren, oder auch, dafs, wenn sie ursprünglich einen beträchtlich höhern besafsen, von diesem Zeitpunkt bis zu dem, wo man den Versuch anstellt, die Erregbarkeit um ein gewisses Beträchtliches, von selbst, oder durch Mittel genöthiget, gesunken sey. Diese Bedingungen finden sich aber, eines Theils durch die Jahreszeit zu

welcher, und durch die Individuen mit denen man experimentirt, andern Theils durch die Zeit, die ein nicht merklich geübter Arbeiter zwischen dem Tode des Thieres oder der Trennung der Organe von ihm, und dem wirklichen Versuch mit letzteren, über der nöthigen Präparation derselben, verstreichen läſst, auch oft, z. B. wegen der Schwierigkeit dieser, darüber verstreichen lassen muſs, in den meisten Fällen erfüllt. Daraus ist denn das Miſsverständniſs einiger entstanden, welche geglaubt, der Erfolg sey immer und überall nur der in §. 1. angegebene.

§. 3.

Schon in meinem: Beweis, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs im Thierreiche begleite. 1798., habe ich S. 101. und an andern Orten, bereits gleich in der ersten Zeit meiner Galvanischen Versuche gemachten Beobachtungen zu Folge, angeführt, wie zuweilen ganz das Umgekehrte Statt habe, und mehrere erinnern sich noch jetzt, wie groſs die Verlegenheit war, als ich, eingenommen von dem mir vorher nur bekannten ersten Falle §. 1., jenes für Chemie und Physiologie in gleich interessante Beziehungen gebrachte Phänomen, ihnen zeigen wollte, gerade aber das Entgegengesetzte von dem sehen zu lassen genöthiget war, was ich angekündiget hatte. Lange Zeit, wohl eine halbe Stunde hindurch, muſsten wir diesen damals widrig gewordnen Anblick dulden, dann ging das Organ durch Nuancen von Phänomenen, die nicht einmal als Entgegengesetztes mehr meiner Ankündigung entsprachen, erst nach und nach in den Zustand über, von dem ich gesprochen hatte,

der aber nunmehr freylich in Gefahr war, fast mit Augen angesehen zu werden, wie sie der zu machen pflegt, der den Experimentator von seinem Versuche nicht zu trennen, und diesen jenem vorzuziehen weifs.

Dies war indefs das Mittel, dem ich aus meiner Verlegenheit bald eine Entdeckung verdankte, die nachher nur in der der verschiedenen Modificationen der Erregbarkeit durch die Galvanische Kette ihr Gegenstück zu finden glaubte.

§. 4.

Es fand sich nemlich bey folgender Überlegung aller Umstände, welche jenem Erfolg coexistirten, dafs erstens die dazu verwandten Thiere, von welchen ich noch mehrere übrig hatte, sämmtlich auf einem ganz vorzüglich hohen Grade der Erregbarkeit und ihrer Ausdauer standen; zweytens, dafs ich diese Thiere, (Frösche), vorzüglich schnell präparirt, und die genannten Versuche sogleich mit ihnen angestellt hatte, ohne, wie wohl sonst aus Ökonomie gewöhnlich, vorher erst andere Versuche über Reitzung durch blofs thierische Theile, durch homogene Leiter, u. s. w., vorgenommen zu haben. Bey Wiederholung desselben Verfahrens mit den noch übrigen gleich hoch erregbaren Fröschen war der Erfolg constant, so, wie ich ihn in §. 3. erhalten hatte. Es war durchaus gewifs, dafs sehr erregbare Organe, unter Umständen, wo sie von dieser Erregbarkeit noch wenig verloren hatten, sich schlechthin umgekehrt verhielten, als bis zu einem gewissen Grade nicht so erregbare. In *Fig.* 56. zuckte dann, bey der Schliefsung nicht *m*, sondern *n*,

und wieder bey der Trennung nicht *n*, sondern *m*. Die Bedingungen fielen weg, welche in §. 2. zu dem diesem entgegengesetzten Erfolg, wie er als der häufigere in §. 1. beschrieben ist, als nothwendig angegeben wurden, und auch hier mit der Zeit zu erhalten gewesen wären, — auch wirklich erhalten wurden.

§. 5.

Doch war der Übergang der Phänomene aus der einen Vertheilung (§. 4.) in die andere (§. 1.) kein plötzlicher, und ist es auch in allen nachfolgenden Versuchen, von denen wir nunmehr sprechen, nie gewesen. Hat ein ganz frisches höchst erregbares Froschpräparat, in *Fig.* 56. die Phänomene des §. 4., d. i. die Schliefsungszuckung in *n* oder auf der Seite des Silbers gegeben, so fängt nach und nach bey dieser Schliefsung auch *m*, und endlich bey der Trennung auch *n* an, schwach mitzuzucken. Diese Nebenzuckungen von *m* und *n*, jenes bey der Schliefsung, dieses bey der Trennung, nehmen nach und nach zu, treten in ein immer gröfseres Verhältnifs gegen die vorher allein vorhandenen Contractionen von *n* und *m*, und werden endlich

§. 6.

— diesem ganz gleich. Bey der Schliefsung wie bey der Trennung zucken *m* und *n* zugleich, und beyde in, bey einer gewissen Stufe der Erregbarkeit, nicht deutlich mehr zu unterscheidendem Grade.

§. 7.

Sinkt nach diesem die Erregbarkeit des Präparats noch weiter, so zucken bey der Schliefsung und Tren-

nung zwar auch noch *m* und *n* zugleich, aber mit einem Unterschiede des Grades, und so, daſs bey ersterer, nicht wie in §. 5. *n* stärker als *m*, sondern *m* stärker als *n*, und bey letzterer nicht *m* stärker als *n*, sondern *n* stärker als *m*, contrahirt wird.

Von hier an geht das Organ in den mehresten Fällen durch einen Zustand, bey welchem nur bey der Schlieſsung noch *m* und *n* zugleich, und zwar, wie vorhin, ersteres stärker als letzteres, bey der Trennung aber schon *n* mehr allein zuckt, über in

§. 8.

— den am Schlusse des §. 1. angegebenen Zustand. Es zuckt nemlich bey der Schlieſsung, statt vorhin bey völlig umgekehrtem Zustand in §. 3 und 4. *n* oder der sogenannte Silberschenkel allein, jetzt *m* allein, und eben so bey der Trennung, statt vorhin *m* oder der sogenannte Zinkschenkel allein, jetzt *n* allein, und zwar letzterer hierbey in der Regel schwächer, als ersterer bey der Schlieſsung, so daſs, wie in §. 1. bereits angeführt, endlich, des zu jeder wirklichen Muskelbewegung in allen Versuchen bedingten endlichen, aus meinem Beweis u. s. w. §. 22. bekannten Quantums *x* von Action und der hier fehlenden Erreichung und Übertreffung desselben wegen, bloſs *m* noch bey der Schlieſsung und, wie vorhin, allein zuckt, bey der Trennung aber alles schweigt. Die Erschütterungen von *m*, die während dessen abgenommen haben, fahren dann fort, immer kleiner zu werden, und eine kaum mehr bemerkliche Contraction in *m* ist das Zeichen, mit dem das Präparat *mn* für

die Differenz Zink-Silber überhaupt sichtbar und für den Augenblick zu reagiren aufhört.

§. 9.

Da wir von diesen verschiedenen Zuständen der Erregbarkeit in der Folge noch oft zu sprechen haben werden, wollen wir ihre hier bemerkten Übergangsstufen der Kürze wegen mit Buchstaben bezeichnen, und den höchsten, und wie es nach allem scheint, höchst möglichsten eines Organs, bey dem es die den gewöhnlichen in §. 1. (und 8.) völlig entgegengesetzten Phänomene des §. 3 und 4. giebt, *A*, den folgenden Übergangszustand §. 5., *B*, den hierauf eintretenden mittleren in §. 6., *C*, den in §. 7. bemerkten Übergang aus diesem in den letztern (§. 1 und 8.), *D*, und diesen letzten selbst, *E*, nennen.

§. 10.

Um diese Zustände *A* bis *E* ferner dem Auge auf Einen Blick zu vergegenwärtigen, habe ich sie, mit der Art, wie sie sich bey angebrachter Kette aus Zink und Silber äufsern, in *Fig.* 57 bis 61. dargestellt. Das Zeichen ↑ bedeutet überall Schliefsungszuckung, das Zeichen ψ Trennungszuckung. Das auf der Seite von *m* oder *n* gröfsere Zeichen ↑ oder ψ, als das andere auf der Seite von *n* oder *m*, zeigt an, dafs die Schliefsungs- oder die Trennungszuckung stärker ist, als da, wo das kleinere Zeichen steht.

§. 11.

Da man jede von den Figuren 56 bis 61. in zwey Ketten *Fig.* 62 und 63. zerlegen kann, oder vielmehr

Fig. 56. u. s. w. einer Verbindung von *Fig*. 62 und 63. gleich ist, mit dem einzigen Unterschiede, daſs, was in *Fig*. 62. das feuchte Stück Schwamm oder Muskelfleisch *α* für das Organ *m* ist, in *Fig*. 56. u. s. w. das Organ *n* für *m* ist, und so, daſs, was in *Fig*. 63. das gleiche *β* für *n* ist, in *Fig*. 56. u. s. w. das Organ *m* für *n* ist, daſs also die Äquivalente *α*'s und *β*'s in *Fig*. 56. u. s. w. selbst wieder erregbare Organe, in *Fig*. 62 und 63. es aber nicht sind: so ist es leicht, aus dem Vorigen, §. 1. bis 8., zu finden, wie jeder der gedachten Zustände *A* bis *E* sich in solchen, bloſs Ein erregbares Organ enthaltenden Ketten, zu äuſsern habe. Auch äuſsert jedes sich wirklich, wie es diese Rechnung giebt. Ein Organ *m* in *Fig*. 62. auf dem Zustand *A*, giebt keine Schlieſsungs-, sondern bloſs Trennungszuckung, auf dem Zustande *B* beydes, erstere aber schwächer, als letztere, auf dem Zustande *C* beydes gleich stark, auf dem Zustande *D* letztere schwächer, als erstere, und auf dem Zustande *E* erstere ganz allein. Ein Organ *n* in *Fig*. 63., giebt bey *A* bloſs Schlieſsungszuckung, bey *B* auch Trennungszuckung, aber schwächer, bey *C* beydes in etwa gleichem Grade, bey *D* die Trennungszuckung stärker als die Schlieſsungszuckung, bey *E* endlich erstere ganz allein. Ganz zuletzt reagirt ein und dasselbe Organ, als *m* in *Fig*. 62. enthalten, auf Zink-Silber noch, wenn es, als *n* in *Fig*. 63., bereits schon todt ist. *)

*) Da übrigens *Fig*. 62. der Hauptsache nach wieder gleich *Fig*. 64., und *Fig*. 63. gleich *Fig*. 65. ist, so weiſs man

§. 12.

Eben so ersieht man, wie in *Fig.* 56 bis 61. der Erfolg seyn müsse, wenn zwey Organe *m* und *n* von ungleicher Erregbarkeit, oder, wie sich (in §. 13.) finden wird, bestimmter, von ungleichem Zustande der Erregbarkeit sind. Man hat nur die zehn in §. 11. erwähnten Fälle auf die mögliche Weise zu combiniren, um sogleich zu übersehen, was aus diesen Combinationen hervorgehen müsse. In der That trifft man sehr selten zwey abgetrennte selbige Extremitäten, vordere oder hintere, eines und desselben Frosches, u. s. w., auf genau demselben Grade oder Zustand der Erregbarkeit. Das eben Angeführte wird also dazu dienen, die Anomalien zu lösen, die man in vielen Fällen vorzufinden glauben möchte.

§. 13.

Ein bestimmter Grad der Erregbarkeit, geschätzt nach dem Product der Erregung durch die Kette aus Zink-Silber, der Contraction, ihrer Gröſse und Energie nach, ist nicht an einen bestimmten, gerade ihm etwa entsprechenden Zustand oder Art der Erregbarkeit gebunden. Genau genommen könnte man sagen, daſs bey jedem andern Frosche u. s. w. einem bestimmten Grade der Erregbarkeit, auch ein anderer Zustand, eine andere Art derselben, entspräche. So findet man in sehr jungen Fröschen gewöhnlich den

auch, was für diese einfache und älteste Art zu Galvanisiren, bey jedem gegebenen Zustande des Organs der Fall seyn werde.

Zustand *E* von nach Verhältnifs aufserordentlicher Lebhaftigkeit, bey gröfseren um die Zeit der Begattung von weit minderer Energie, bey ganz alten, oder auch bey den vorigen, nur zu anderer Zeit, aber, wieder von höherer, obschon bey jedem Individuum man diesen Zustand sogleich untersucht, als er nach Verlauf von *C* und *D* so eben rein hervorgetreten ist. Doch nur „gewöhnlich": denn andererseits, obgleich nur selten, sind mir Frösche von allen Altern vorgekommen, die den Zustand *E* mit ganz ausnehmend hoher Energie gezeigt, und Contractionen gegeben haben, wie man sie bey andern kaum in einem der Zustände *D* bis *A* zurück, die doch gewöhnlich zugleich auch von einem höhern Grade der Erregbarkeit begleitet sind, anzutreffen im Stande ist. Besonders noch ist auch die ungemein leichte Erregbarkeit dieser Thiere im Zustande *A*, die doch dabey fast beständig nur mit verhältnifsmäfsig geringer Energie der Erregung, in sofern sie sich als Contraction veräufsert, verbunden ist. Hier ist für den, der weiter forschen will, noch ein grofses Feld offen.

§. 14.

Nur bey Einem und demselben Thiere oder den Organen desselben ist ein höherer Zustand oder Art der Erregbarkeit, so lange keine andern Ursachen einwirken, der Regel nach auch mit einem höhern Grade derselben verknüpft. Wie weit die Modification dieses Verhältnisses aber gehen könne, sobald solche andere Ursachen wirklich eingewirkt haben, wird die Folge zeigen. Bis jetzt haben wir dies noch nicht ge-

schehen lassen, folglich jene Correspondenz auch behaupten dürfen und müssen.

§. 15.

Nicht alle und jede Thiere, nicht einmal alle Frösche, zeigen nach auch noch so schneller Präparation, alle verschiedenen Zustände der Erregbarkeit *A* bis *E* (§. 1 bis 8.) nach der Reihe. Nur aus dem Winterschlaf geweckt, oder kurz vor der Begattung, findet man letztere gröſstentheils auf *A*, oder da, wo sie die Phänomene *Fig.* 57. geben. Mit der Begattung sinken sie plötzlich auf *C*, zum wenigsten bis auf *B*, herab, den Sommer über erhalten sie sich theils auf *C*, theils kommen sie auch bis *D* herab, selten bis *E*, gegen den Herbst geht die Erregbarkeit wieder von *C* nach *B*, von *D* nach *C* oder *B*, von *E* nach *D*, *C* oder *B*, zurück; schon Ein kalter Tag kann sie sogleich um etwas, und zuweilen auch um viel, zurückbringen; und kurz vor dem wirklichen Winter sind und halten sie sich gemeinhin wieder ganz in der Nähe des Zustandes, den ihnen dieser ſelbst während ihres Schlafes geben soll, in der von *A*. Dies ist für Frösche mittlerer Gröſse und Alters, wie man sie am gewöhnlichsten erhält, ohngefähr der Gang. Sehr junge oder ganz alte beschreiben ebenfalls den ihrigen. Bey beyden scheint er aber, am wenigsten bey letztern, bis nach *A* zurückzugehen, sondern mehr sich in den Grenzen von *C*, höchstens *B* bis *E* zu erhalten. Andere Thiere habe ich in solcher Menge und Folge nicht untersucht. Nur im Allgemeinen kann ich angeben, daſs zu gleichen Jahreszeiten, an gleichen Tagen, und nach gleicher von dem Tode des Thiers oder der

Abtrennung seiner Organe vom Ganzen an verflossener Zeit, ich nur Amphibien gegen Zink und Silber auf dem Zustande *A* habe antreffen können; Fische zeigten häufiger bloſs *C*, Vierfüſser *D*, Vögel nur *E*, und eben so abgelöſste Schenkel von Menschen nur *E*; daſs also je höher und dauernder die Erregbarkeit im Thierreich, desto näher nach *A*, je schwächer und vergänglicher dieselbe, desto näher nach *E*, der Zustand dieser Erregbarkeit fiel. Ich sage aber mit Vorsatz: im Allgemeinen; denn einzeln finden sich überall Ausnahmen, und werden, wo sie auch nicht gefunden sind, gefunden werden. Die Möglichkeit dazu wird die Folge weisen.

§. 16.

Überall, wo die Erregbarkeit thierischer Organe, nach ihrer Abtrennung vom Ganzen bis zu ihrem gänzlichen Verlöschen, verschiedene Zustände hindurchgeht, ist der Zustand *E* oder der in *Fig.* 61. ausgedrückte, der letzte. Beständig folgen sich dieselben in der Ordnung, in der wir sie §. 4 bis 8. haben folgen sehen. Nicht Ein Beyspiel weiſs ich, wo ein Präparat, was gegen Zink und Silber, und übrigens unter den nemlichen Umständen, z. B. den Zustand *C* äusserte, später auf *B*, noch weniger auf *A*, zurückgekommen wäre; nie ging *D*, noch weniger *E*, auf ähnliche Weise zurück. Alle von selbst erfolgende Veränderung jener Zustände geschieht in der Richtung *A* bis *E*, und *D* wie *C*, *B* oder *A*, endigen in Einem und demselben *E*. Bloſs auf den Zustand, in dem sich das Organ im ersten Augenblicke, oder in dem des ersten Versuchs u. s. w. befand, kommt es an,

wie viele zwischen *A* und *E* gelegene Stufen durchgegangen werden sollen. Alle aber werden wirklich durchgegangen, und nur die Zeit, die man zwischen zwey Versuchen verfliefsen läfst, mit dem unterdessen im Stillen von selbst erfolgenden Übergang des gegebenen Zustandes der Erregbarkeit in einen andern, könnte den Unbewanderten zu dem Glauben verleiten, als wäre dieser oder jener, oder eine Mittelstufe zwischen beyden, übersprungen worden. Nach und nach stirbt alles ab, und Ein und derselbe letzte Zustand *E* (*Fig.* 61.) war das Grab noch alles Lebens, aller und jeder Erregbarkeit, die ich bis hieher anzutreffen wufste.

§. 17.

Bis jetzt haben wir in *Fig.* 56. bis 65. die beyden überall identischen Metallglieder Zink und Silber, beständig die ganzen Nerven, die zu den Organen *m* oder *n* gehörten, so weit sie frey heraus präparirt waren, in die Kette fassen lassen. Wir erhielten dies dadurch, dafs wir, wie in *Fig.* 56. bis 61., beyde Organe sich mit ihren Muskeln berühren liefsen, oder wie in *Fig.* 62. bis 65., die zweyte Metallarmatur mit den Muskeln des einzelnen Organs *m* oder *n*, mittel- oder unmittelbar verbanden. Ein Äquivalent von *Fig.* 56. u. s. w. aber ist *Fig.* 66., wo beyde Organe nicht durch ihre Muskeln, sondern durch ihre Nerven, verbunden sind. Und wieder von *Fig.* 66. ein Äquivalent ist *Fig.* 67., wo diese Verbindung nicht durch unmittelbare Berührung der Nerven unter einander in *c*, sondern durch Zwischenbringung eines trockenen oder feuchten, übrigens aber homogenen Leiters γ, be-

wirkt ist. In diesen beyden letzten Figuren würde nun die Wirkung bey Schliefsung der Kette mit Zink-Silber, zum wenigsten der Art nach, ganz die seyn müssen, welche sie in *Fig.* 56 bis 61. bey dem jedesmaligen Zustande der Erregbarkeit des Organs, oder bestimmter: seiner Nerven, war. Dasselbe hätte für die möglichen Zerlegungen von *Fig.* 66. und 67., analog geschehen denen von *Fig.* 56. u. s. w. in *Fig.* 62. bis 65., Statt. In der That trifft alles dieses ein, sobald und so lange der Werth der Nervenstücke *zc* und *sc* in *Fig.* 66 und 67., in Hinsicht ihrer Zustände der Erregbarkeit, genau der von den Nerven *zm* und *sn* in *Fig.* 56. u. s. w. ist und bleibt. Es wird dies von selbst zutreffen, wenn *zc* und *sc* in den ersteren Figuren genau dieselben Nervenstücke und von derselben Länge sind, welche und mit der sie als *zm* und *sn* in der letzten Figur enthalten waren, welches man dadurch erhält, dafs man für *Fig.* 66. und 67. die Nerven der vorigen Präparate weiter heraus präparirt, so dafs jetzt *c* in *Fig.* 66. . . . mit dem Punkte gleich ist, an dem in *Fig.* 56. . . . sich der Nerv in den Muskel verlor. Von jedem andern Falle aber könnten wir das nur unter der Voraussetzung behaupten, dafs bey Einem und demselben Organ jedes Stück seines Nerven, es sey genommen so lang oder so kurz, von so tief unten oder so hoch oben her, als man nur wolle, dem andern, und alle einzeln wieder dem ganzen Nerven, von dem sie Theile sind, in Hinsicht des Zustandes ihrer Erregbarkeit genau gleich seyen.

§. 18.

Dieses aber ist nirgends der Fall. Es ist eine bereits im Anfange alles Galvanisirens beobachtete und seitdem noch jederzeit bestätigte Thatsache, daſs die Nerven vom Ganzen abgetrennter Organe, beym allmäligen Verlöschen ihrer Erregbarkeit, nicht in jedem Punkte gleich schnell und viel absterben, sondern, daſs dieses Absterben zuerst beginnt an dem Punkte jedes Nerven, der im ganzen Verlauf desselben im Körper selbst dem Hirn am nächsten lag oder am Hirnende desselben. Je näher diesem, desto schneller, also desto mehr in gleicher Zeit, nimmt die Erregbarkeit ab, je entfernter von ihm, je näher dem entgegengesetzten, dem Muskelende desselben, desto langsamer, also desto weniger in gleicher Zeit, nimmt sie ab. So stellt der freye Nerve eines irgend einige Zeit abgetrennt gelegenen Organs in seiner Länge eine Scale der Erregbarkeiten dar, die ihr dermaliges Maximum am Muskelende, ihr dermaliges Minimum am Hirnende des Nerven, alle übrigen Mittelgrade aber in regelgemäſser Folge und Vertheilung zwischen diesen beyden Punkten oder Enden hat. So ist in *Fig.* 69., bey selbst überlassenem Organ, *e* der Punkt, die Stelle seines Nervens, die, z. B. gegen *Zink-Silber*, am ersten todt ist, während *d*, *c*, *b* und *a* noch Leben haben, und zwar *c* mehr als *d*, *b* mehr als *c*, und *a* am meisten. So folgt dem Tode *e*'s zuerst *d*, dann *c*, dann *b*, dann *a* nach, und präparirt man, nachdem auch *a* verschieden, den Nerven weiter und so weit als möglich heraus, so findet man auch das in diesem Nervenstück und seinen Zweigen noch rückständige Leben auf die nemliche Weise seinem Grade nach ver-

theilt, als vorhin an *ea.* Die zu den Zehen gehörigen Nervenzweige und deren Spitzen sind diejenigen, welche von allen die Erregbarkeit am längsten erhalten oder am spätesten sterben. Ja wenn in *Fig.* 68. das Nervenstück *cd* z. B. eben im Verscheiden begriffen ist, so findet man sehr schön, wie der Theil seiner Erregbarkeit, der sich auf die obern Muskeln der Extremität u. s. w. bezieht, zuerst, dann der zu den folgenden mittlern gehörige Theil, ganz zuletzt aber erst der den äufsersten beweglichen Enden dieser Extremität, den Muskeln der Zehen, und bey diesen wieder der ihren äufsersten Gliedern entsprechende, erstirbt. Die Nerven aller vom Ganzen abgetrennten Organe sterben von oben nach unten.

§. 19.

Wir haben aber in §. 14. schon bemerkt, dafs bey demselben Thiere, demselben seinem Organ und dessen Nerven, ein höherer Grad der Erregbarkeit auch mit einem höhern Zustand derselben verbunden sey. Sonach würde auch am einen und selben Nerven, insofern er eine Reihe verschiedener auf einander folgender Grade der Erregbarkeit darstellt, eine Reihe auf einander folgender Zustände derselben, oder wo diese schon durchlaufen sind, oder auch vor allem Durchlaufen *A* noch so überall da ist, dafs es noch nirgends in *B* übergegangen ist, wenigstens noch verschiedene Grade eines und desselben, die immer noch verschiedene Folgeglieder von den unendlich vielen Stufen der ganzen Zustandsreihe, in die wir diese, statt blofs in fünf, hätten theilen können, vorhanden

seyn müssen. Und es ist wirklich so. Ist ein Präparat *mn Fig.* 56. durchaus noch auf *A*, so werden die Phänomene *Fig.* 57. in *Fig.* 67., wo *zc* und *sc* eben so lang, als *ca* und *ca* in *Fig.* 69., und *c, c, c, c* in beyden gleiche Punkte sind, bey gleicher Reinheit doch bedeutend schwächer seyn, als in *Fig.* 69. Dasselbe gilt von einem durch das ganze Präparat vorhandenen Zustande *E*. Und eben so von jedem zwischen *A* und *E* fallenden *B*, *C* oder *D*, wiewohl die Fälle, wo ein solcher mittlerer Zustand über das ganze Präparat von irgend bedeutender Länge seiner freyen Nerven vorhanden ist, im Ganzen selten sind. Weit häufiger ist der Fall, dafs bey einem Organe, dessen Nerven sich zwischen *A* und *E* aufhalten, mehrere dieser Zustände zugleich vorhanden sind. Die Methode, dies zu erfahren, ist der so eben für *A* oder *E* allein angewandten gleich, nur dafs man die in die Kette zu fassenden Nervenstrecken von *m* und *n* kleiner nimmt. Man finde in *Fig.* 70., wo man von den ganzen Nerven *af*, *af*, blofs die untersten Stücken *ab*, *ab* in die Kette nimmt, den Zustand *A*. Leicht wird man dann an dem nemlichen Präparat in *Fig.* 71., wo die etwas höheren Stücken *bc*, *bc*, in der Kette sind, entweder *A* schwächer, oder schon einen Anfang von *B*, in *Fig.* 72. wo *cd*, *cd*, u. s. w., *B* völlig, in *Fig.* 73. *B* schwach, übergehend in *C* oder schon *C* selbst, in *Fig.* 74. endlich, wo die obersten Stücken der Nerven, *ef*, *ef*, in der Kette, diesen Zustand vorzüglich rein, oder auch Neigung zu *D*, vorfinden. Das Präparat stehe in *Fig.* 70. auf dem Zustande *C*; leicht wird es dann bis *Fig.* 74., *D* bis *E* durchlaufen, und endlich dieses selbst schön zeigen.

Auch dürfen es gerade nicht drey Zustände, (wie wir sie abgetheilt haben,) seyn, zwischen welchen diese Nerven ihrer Länge nach spielen. Man wird eben so gut und leicht Thiere auf Erregbarkeiten finden, wo sie nur zwey, auch dafs man sagen könnte, nur anderthalb, dann wieder welche, wo sie statt drey, wohl vier zeigen. Ja ich habe, besonders bey lang heraus präparirten Nerven Fälle, und nicht gar so selten gehabt, wo an Einem und demselben Nerven sich alle fünf Zustände von *A* bis *E* der Reihe nach gelagert fanden, so dafs das Präparat in *Fig.* 70. die Phänomene *Fig.* 57., in *Fig.* 71. die von 58., in *Fig.* 72. die von 59., in *Fig.* 73. die von 60., und in *Fig.* 74. endlich die von *Fig.* 61., alle einzeln auf das schönste und reinste gab. Welches aber auch der Unterschied der beyden Enden der Nerven eines Präparats sey, wie grofs oder wie klein, zwischen welchen Zuständen oder wieder zwischen welchen: beständig wird er ein Stück aus der Scale *A* bis E, in ihrer höchsten Ausdehnung gedacht, seyn, und beständig wird sich der dem Ende *A* dieser Scale näher gelegene Zustand am Muskel, der dem *E* derselben näher gelegene, am Hirnende der Nerven dieses Präparats vorfinden. Wie der Nerve nach und nach abstirbt, wird gedachtes Stück jener Scale in ihm selbst dem Ende E derselben näher rücken, es erreichen, dann in sofern es selbst überschreiten, als nun das Hirnende jenes Nerven auf die überall angewandte Differenz Zink-Silber gar nicht mehr reagirt, sondern blofs die nach den Muskeln gelegene Seite noch; endlich wird, nachdem auch diese die letzte Spur von *E* verrathen hat, das ganze Präparat, so wie es eben ist, zu allen weitern Versu-

chen irgend einer der vorigen Arten, gänzlich unbrauchbar.

§. 20.

Nimmt man jetzt §. 18 und 19. zusammen, so geht, zuerst, daraus hervor, was der Erfolg seyn müsse, wenn ein Präparat auf beyden Seiten *m* und *n* mit längern Nervenstücken im Kreiſs der Kette ist, als die, über die bloſs Ein bestimmter Zustand von den fünf angegebenen *A* bis *E* sich erstreckt. In jedem andern Falle sind an beyden Nerven mehrere Zustände zugleich in der Kette. Die Erfolge mischen sich, jedem andern Zustande entspricht eine andere Art der Erregung, das Präparat *Fig.* 70 bis 74. zur Kette geschlossen wie in *Fig.* 75., zeigt ein Mittel aus allen Zuständen, die an seinen Nerven von *a* bis *f* vorkommen, d. i., die Phänomene *Fig.* 59., und, nach Umständen, rein, oder sich mehr oder weniger bald gegen *Fig* 58., bald gegen *Fig.* 60., neigend. Umgekehrt, erfahren wir jetzt, was *Fig.* 59. eigentlich gewesen ist, ja was alle Phänomene in *Fig.* 57 bis 61., §. 1 bis 8., gewesen seyen: Mittel aus denen, welche die nach einander folgenden Nervenstellen einzeln gegeben haben würden. Ein Präparat, was in *Fig.* 56., dem Constructionswerth nach gleichbedeutend mit *Fig.* 75., die Phänomene des Zustands *A* oder wie sie in *Fig.* 57. verzeichnet sind, bestimmt gab, muſs, ohne andere Prämissen, durch und durch auf *A* gestanden haben, und je näher den Muskeln, desto höher. Was unter gleichen Umständen (oder der *Fig.* 56 — 75.) den Zustand *B* anzeigte, würde höchst wahrscheinlich gegen die Muskeln zu, *A*, weiter herauf aber *C*, oder

sonst einen nach *B* folgenden, gehabt haben. Was *C* gab, hatte eben so wahrscheinlich nach *mn* zu etwas Höheres, nach *zs* zu etwas Tieferes, als dies. Was *D* gab, gleichfalls. Nur bey *E* läſst sich für gewöhnlich annehmen, daſs gegen *zs* zu nichts Tieferes, bloſs nach *mn* zu etwas Höheres, Statt gefunden habe. Dieses ganze Räsonnement bestätigt die Analyse jener Ketten, und so oft, als wirklich mehrere Zustände nach einander am einen und selben Nerven vorkommen. Es bleibt selbst richtig, wo nur Einer sich über das ganze Präparat verbreitete; es ist bloſs der Unterschied, daſs das Höhere z. B. von *C*, noch kein vollkommenes *B*, das Tiefere noch kein vollkommnes *D*, gewesen ist. Nur das möchte ich noch nicht behaupten, daſs das Mittel, welches ein Präparat in Ketten groſsen Nerveninhalts, wie *Fig.* 75., zeigt, ganz genau das arithmetische sey. Wie ganz genau nicht, aber, kann ich aus Versuchen selbst nicht sagen; nur soviel weiſs ich, daſs ich öfters Abweichungen traf, die bloſse Addition und Division nicht gab. Mehr hierüber wird die Folge öffnen. Doch so viel nicht, daſs die Gültigkeit des Obigen im Allgemeinen, wie die Versuche sie geben, Beschränkung erlitte.

§. 21.

So sieht man aus Vergleichung der §§. 18. bis 20. mit einander ferner, wie wieder der Erfolg in *Fig.* 70. bis 75. und andern Fällen aufs Mannichfachste veränderlich sey, ohne eine Regel zu übertreten, wenn *m* und *n* in *Fig.* 57 bis 61. von ungleicher Erregbarkeit sind, denn damit sind auch die an sie vertheilten Stücke der Scale *A* *E* andere. Vergleiche

schon §. 12. Desgleichen, was zu geschehen habe, wenn, wie in *Fig.* 76. oder 77., bey gleicher oder ungleicher Beschaffenheit (Erregbarkeit und den vorhandenen Zuständen) der Nerven *af*, ..., ungleiche Längen derselben in die Kette genommen werden. Es würde zu weitläuftig seyn, alle die Fälle von Ungleichheit u. s. w. durchzugehen, welche vorkommen können. Der geübte Beobachter wird sie bey jedem ihrem Vorkommen von selbst zu sehen und zu schätzen wissen, und das Vorige enthält, was nöthig ist, ihn überall zu orientiren. Einiges für manche seltene Fälle wird auch die Folge noch geben.

§. 22.

Uns selbst aber über das Vorige zu orientiren, vergleichen wir jetzt sämmtliche Erfahrungen §. 1. bis 21. Sie geben einstimmig zum Resultat: dafs es verschiedene Zustände der Erregbarkeit giebt, deren Extreme *A* und *E* in §. 4. und 8. und *Fig.* 57. und 61., sich vollkommen entgegengesetzt sind, einen wahren Gegensatz bilden.

§. 23.

Zwischen diesen Extremen *A* und *E* sind eine Menge Mittelstufen möglich und vorhanden, von denen wir in §. 5. bis 7. und *Fig.* 58. bis 60., *B*, *C*, und *D*, als die drey hauptsächlichsten, ausgehoben haben. Eben die genaue Ansicht und Vergleichung von *A* bis *E* in §. 4 bis 8. und *Fig.* 57 bis 61. aber, lehrt, dafs diese Mittelstufen oder Zustände nichts als eben so viele Mischungen

oder Zugleichvorkommens der beyden sich völlig entgegengesetzten Zustände *A* und *E* seyn, und sich bloſs unterscheiden durch das verschiedene Verhältniſs, in dem *A* und *E* jedesmal zu einander stehen. So ist in *B* der Zustand *A* der vorwiegende, in *D* der Zustand *E*; in *C* sind *A* und *E* gleich groſs. *A* endlich ist ganz *A* ohne einiges *E*, und *E* ganz *E* ohne einiges *A*. Alles was zwischen *A* und *E* vorkommt, ohne genau das *B*, das *C*, das *D*, zu seyn, was wir vorzugsweise ausgehoben haben, ist jederzeit doch ein Übergang aus *A* in *B*, aus *B* in *C*, aus *C* in *D*, oder aus *D* in *E*. Man trifft von *A* bis *E* auf keinen Zustand der Erregbarkeit, der nicht als *B*, *C*, *D*, oder als ein Übergang aus dem einen in den andern anzusehen wäre, also auch auf keinen, der nicht eine bloſse Mischung, ein Zugleichvorkommen beyder sich gänzlich entgegengesetzten Zustände *A* und *E*, in diesem oder jenem Verhältniſs beyder zu einander, wäre. Und auſser *A* und *E* ist ebenfalls nichts vorhanden, was einen weitern Factor solcher Mischungen u. s. w. jemals abgäbe. *A* bleibt *A*, so hoch auch die Erregbarkeit des Organs oder seiner Nerven über derjenigen stehe, welche eben hinreicht, *A* zu geben, nur sein Grad ist gröſser. *E* bleibt *E*, wie tief auch die Erregbarkeit unter denjenigen Punkt sinke, wo er eben rein zu erscheinen beginnt. Bloſs sein Grad nimmt ab, bis er endlich mit dem Verlöschen aller Erregbarkeit Null wird, wie er dies schon lange vorher in Bezug auf alle übrigen möglichen Zustände geworden war.

§. 24.

In Hinsicht der Ordnung ferner, in der während dem Ableben eines anfangs auch noch so hoch in Grad und Art seiner Erregbarkeit gestandenen erregbaren Organs, die verschiedenen Zustände dieser seiner Erregbarkeit auf einander folgen, haben uns alle Versuche in §. 1 — 8. 11. 14. 16. und 18. ebenfalls einstimmig gelehrt, dafs alles, was Erregbarkeit hat, mit *E* ende; dafs rückwärts, je lebendiger noch das Organ war, *D*, *C*, *B*, oder endlich, mit der höchsten Erregbarkeit, *A*, zugegen war; dafs mit diesem Zustande die höchste auffindbare beständig beginne; und dafs, auf welchem Grad und Zustand der Erregbarkeit aufser dem höchsten und ersten, *A*, ein Organ auch zu Anfang alles Versuchs stehe, die verschiedenen Zustände und ihre Mischungen, beständig in der Richtung von *A* nach *E* nach einander erfolgen und ablaufen. *C* geht durch *D* nach *E*, und eben so wieder *A* durch *B* und *C* und *D*, dahin. *A* ist jederzeit das Höchste, und *E* das Tiefste, was einem Organ, aus welchem Thierganzen es auch genommen sey, möglich ist. Von diesem Gange sieht man auch nicht Eine Ausnahme. Nie wird ein Organ, was zu irgend einer Zeit gegen Zink-Silber *C* zeigte, später gegen dasselbe, *B* oder *A*, nie ein anderes, was einmal *E* dagegen gezeigt, später *D*, *C*, *B*, oder *A*, zeigen. Was man auch vornehme, *A* *E* bleibt überall die Linie vom Leben zum Tode, die alles, was stirbt, durch nichts zu retten, in gerader Richtung zu durchlaufen für immer angewiesen ist.

II.

Von der verschiedenen Erregbarkeit der Flexoren und Extensoren, und ihrem Gegensatz.

§. 25.

Wir haben im Vorigen uns beständig an die Contraction oder Zuckung der Muskeln thierischer Organe zu Folge Galvanischer Einwirkung auf sie oder ihre Nerven gehalten, ohne irgend wo noch zu bemerken, ob überall, bey jedem Grade und Zustand der Erregbarkeit, durchaus die nemlichen Muskeln in Contraction versetzt wurden, oder, ob es hie und da verschiedene waren. Bey weitem die gröſste Menge bisheriger Experimentatoren hat hierauf keine Rücksicht genommen. Nur wenige haben ihr Auge diesem Unterschiede überhaupt geliehen; sie haben uns gesagt, daſs dann und wann die Flexoren, dann und wann aber die Extensoren, besonders in Bewegung gerathen seyen, und allerdings ist schon diese Beobachtung von Werth. Von den im vorigen Abschnitt aufgeführten, überhaupt von bestimmten Zuständen der Erregbarkeit, aber, hatten sie keine Kenntniſs, nirgends

also finden sich Beziehungen auf sie, oder solche Beobachtungen, als wir sie hier zu fordern haben.

§. 26.

Ich selbst fing mit der nemlichen einfachen Beobachtung an, welche jene Experimentatoren gemacht hatten. Lange Zeit sahe ich nur, daſs gewisse Zuckungen mehr Streckungen der Extremitäten des Frosches u. s. w., andere wieder mehr bloſs Beugungen derselben waren, welcher Unterschied jedoch oft weit genug ging, um das einemal schlechterdings bloſs Streckung, das anderemal schlechterdings bloſs Beugung, zu geben. Eben so deutlich sah ich nachmals bey völlig enthäuteten Organen, daſs bey der Streckung der Extremität vor allem diejenigen Muskeln zuckten, welche ausgemacht die Strecker oder Extensoren, bey der Beugung die, welche ausgemacht die Beuger oder Flexoren dieser Extremität, sind. Ferner sah ich die Streckungen am häufigsten bey der Schlieſsung der Kette, die Beugungen am häufigsten bey der Trennung derselben, doch beyde keinesweges so, daſs jede Schlieſsungszuckung schlechthin Streckung, jede Trennungszuckung Beugung gewesen wäre. Hatte ich Organe, wo Flexoren wie Extensoren zuckten, so brachte ich es durch schnelles Ausschneiden der vorzüglichsten einen oder anderen dahin, nun bloſs Flexoren oder bloſs Extensoren zucken zu sehen.

§. 27.

Damals war ich indeſs selbst noch nicht mit den verschiedenen Zuständen der Erregbarkeit, welche ich im vorigen Abschnitt (I.) abgehandelt, und ihrer Fol-

ge auf einander, so bekannt, wie später. Ich hielt noch immer den gewöhnlicheren, den in §. 1. und 8., oder *E* (*Fig.* 61.), für den alleinigen, und ob mir schon in einzelnen Versuchen, wo ich, bey völlig reinem *E*, bey der Schliefsung wie bey der Trennung, bey ersterer in *m Fig.* 61., bey letzterer in *n* daselbst, fast allein nur Extensoren zucken sah, so wurde ich doch bald wieder irre, wenn ich, entweder, alles umgekehrt, oder, wenn bey Schliefsung wie bey Trennung beyde Schenkel zugleich zuckten, bey ersterer im einen Beugung, im andern Streckung, bey letzterer im einen Streckung, im andern Beugung, oder umgekehrt, und was sonst noch für Fälle vorkamen, sah, indem ich immer nur den einen selben Zustand *E*, von dem ich *D* damals nur graduell verschieden glaubte, vor Augen hatte, und es schien mir unmöglich, diese mir sehr merkwürdigen, dabey aber so eigensinnigen Phänomene, auf irgend eine allgemeine Regel zurückzubringen.

§. 28.

Auch wurzelte dieser Glauben so fest, dafs ich selbst, als ich jene verschiedenen Zustände der Erregbarkeit nachmals wirklich entdeckt hatte, und über sie schon zu einer ziemlichen Klarheit gekommen war, lange nicht daran dachte, jene Beobachtungen von neuem mit diesen zusammen zu halten, sie jetzt in diesen Phänomenen Schritt vor Schritt zu verfolgen, und so bald zu demjenigen zu gelangen, was mir später so viel Genugthuung gab. Erst das beständige Wiederkehren eines und desselben Phänomens bey aller äufserst hohen Erregbarkeit, oder dem ganz

bestimmten Zustand *A*, und keinem andern, dessen, daſs ich hierbey immer nur Beugungen, nie Streckungen, wenigstens diese nicht so, daſs sie jemals das vorzüglichere zu nennen gewesen wären, hatte, rief endlich den Gedanken an die schon aufgegebene Möglichkeit eines tiefern und constanten Zusammenhangs der sonst bemerkten Verschiedenheit der Flexoren und Extensoren, mit den verschiedenen und sich entgegengesetzten Zuständen der Erregbarkeit, wieder herbey, und bald wird man sehen, mit welchem Glück jetzt die wirkliche Auffindung desselben gelang.

§. 29.

Ein Präparat stehe, gegen die bisher noch immer angewandte Differenz Zink-Silber, ausgemacht auf dem Zustande *A*. Bey der Schlieſsung zucken in *Fig.* 57. in *n* bloſs die Flexoren, und der Schenkel beugt sich. Eben das geschieht bey der Trennung in *m*. Extensoren sieht man hier ruhig, und *m* bey der Schlieſsung, wie *n* bey der Trennung, schweigt.

§. 30.

Seine Erregbarkeit sey gesunken bis auf *B*, oder das Präparat, welches es auch sey, befinde sich überhaupt auf diesem Zustande. Bey der Schlieſsung ist in *Fig.* 58. in *n* starke Zuckung und zwar in den Flexoren, und in *m* schwache der Extensoren. Bey der Trennung zucken umgekehrt in *m* die Flexoren, und sehr stark, in *n* aber die Extensoren, und ganz schwach, oder auch wohl noch gar nicht.

§. 31.

Befindet sich das Präparat nach und nach auf *C*, so zucken in *Fig.* 59. bey der Schliefsung in *n* wieder blofs Flexoren, in *m* blofs Extensoren, und bey der Trennung in *m* blofs Flexoren, in *n* blofs Extensoren. Beyde Schliefsungs- wie beyde Trennungszuckungen sind dem Grade ihrer Stärke nach nicht sonderlich zu unterscheiden.

§. 32.

Ist das Präparat auf *D* gekommen, oder befindet sich darin, so ist die Zuckung in *Fig.* 60. bey der Schliefsung, in *n* eine schwache Contraction der Flexoren, in *m* eine starke der Extensoren, bey der Trennung aber in *n* eine starke der Extensoren, in *m* eine schwache der Flexoren.

§. 33.

Sind endlich die Organe ganz auf *E* oder den letzten Zustand der Erregbarkeit zurück gekommen, so fehlt bey der Schliefsung in *Fig.* 61. in *n* die Zukkung eben so ganz, als sie bey *A* (*Fig.* 57.) in *m* gefehlt hatte; blofs in *m* ist Zuckung und starke, die Extensoren contrahiren sich. Bey der Trennung fehlt ebenfalls alle Zuckung in *m*, wie oben in §. 29. in *n*, und blofs in diesem *n* ist Contraction, und zwar der Extensoren wieder. Wie bey *A* Flexoren allein, so zucken hier blofs Extensoren noch. Endlich fehlt alle Trennungszuckung gänzlich, und das einzige, was von Anbringung der Kette zu erhalten ist, bleibt schwache Contraction der Extensoren bey der Schliefsung in *m*, und auch die allerletzte Contraction, die

man mit Zink und Silber im scheidenden Organ in dessen äuſsersten Muskeln noch hervorzurufen im Stande ist, ist eine solche.

§. 34.

Ich vergegenwärtige auch diese Beobachtungen §. 29. bis 33. dem Auge auf Einen Blick, und stelle sie in *Fig.* 78. bis 82. dar. Der Zusatz „*Ext.*“ bey ↑ oder ↓ bedeutet allemal, daſs bey der Schlieſsung oder der Trennung sich die Extensoren, der von „*Ft.*“ bey ↓ oder ↑, daſs bey der einen oder andern die Flexoren sich contrahiren. Der Unterschied der Gröſse letzterer Zeichen, zeigt, wie in §. 10. und *Fig.* 57. bis 61., den Unterschied im Grade verglichener Schlieſsungs- oder Trennungszuckungen selbst an.

§. 35.

Jede der Figuren 78 bis 62. ist anzusehen, als das Aquivalent einer Verbindung aus zwey Ketten *Fig.* 62 und 63. oder auch *Fig.* 64 und 65. Was also geschieht, welche Muskeln bey der Schlieſsung, welche bey der Trennung, einer Kette an ihren Nerven, allein oder vorzüglich in Contraction gesetzt werden, je nachdem der Zustand des in einer solchen Kette befindlichen Organs dieser oder jener ist, wird man auf dieselbe Art, auf welche in §. 11. bloſs Zeit und Stärke der Zuckung für sie bestimmt wurden, für jeden einzelnen Fall erfahren, und durch den Versuch bestätigt finden können.

§. 36.

Eben so wird man den Inhalt der §§. 12. bis 21. leicht auf das Gegenwärtige, oder dieses auf ihn,

übertragen, und den Erfolg, wie er nunmehr auch in Hinsicht auf Extensoren und Flexoren auszufallen habe, von selbst vorhersehen können. Besonders interessant aber wird die Übersetzung der §§. 17 — 20. in Flexoren- und Extensoren - Erregbarkeit. Daraus, daſs bloſs die Nerven erregbarer Organe in der Galvanischen Kette zu seyn nöthig haben, und demohngeachtet dasselbe erfolgt, als wenn auch, wie gewöhnlich, ihre Muskeln mit darinn begriffen wären, hat seit lange gefolgt, daſs die Erregbarkeit, von der wir sprechen, und welche in unsern Versuchen angesprochen wird, so viel sie auch durch die Beschaffenheit der Muskeln mitbedingt wird, doch zunächst bloſs die der Nerven dieser Organe, als letztere schon für sich vertretend, sey, und dies ist so bekannt, daſs ich desselben ausdrückliche Erwähnung diesmal wohl bis hierher versparen konnte. Ferner liegt schon in der Allgemeinheit des in den vorigen §§. 29. bis 34. Vorgetragenen, daſs jeder aus §. 5. bis 7. bekannte Zustand der Erregbarkeit überall und beständig einem bestimmten Verhältniſs der Extensoren zu den Flexoren, *A* in §. 4. aber diesen, und *E* in §. 8. jenen ganz allein, beständig und überall entspreche. Man wende dies jetzt auf die Geschichte des einzelnen Nerven und des allmäligen Verlöschens seiner Erregbarkeit, wie sie in §. 18. und 19. gegeben ist, an. Je näher am Muskelende, desto näher an *A*, oder desto mehr auf diesem selbst schon, je näher am Hirnende, desto näher an *E*, oder desto mehr auch auf diesem selbst bereits, befindet sich der Nerv; ja die ganze Scale *A* bis *E* kann am selben Nerven seiner Länge nach vertheilt seyn. Es sey indeſs dies, oder auch nicht, indem

sich nur ein Theil dieser Scale an gedachtem Nerven, in der Länge, als er zum Versuch ist vorbereitet worden, findet: beständig wird am Hirnende desselben der niedere, am Muskelende der höhere Zustand, vorhanden seyn; beständig wird, bey der Abnahme der Erregbarkeit, das Muskelende von seinem Zustand aus auf einen niederen, (von *A* auf *B*, von *B* auf *C* oder *D*, u. s. w.), sinken, und das Hirnende von seinem an sich schon niederern, (*C* z. B., wenn jenes Ende von *A* ausgeht), auf einen wieder noch niederern, (auf *D*, auf *E*, u. s. w.); so daſs die Zustandsspannung, um uns so auszudrücken, die von irgend einem Anfange an Statt hatte, bis aufs letzte in der vorigen Lage und Vertheilung verharrt. Und eine Bemerkung, die wir, als zu §. 18 gehörig, hier noch nachholen, ist, daſs, wie ein Nerv an einer und derselben Stelle für die obern Muskeln zuerst, für die untern aber zuletzt, erstirbt, er auch während seines mehr oder minder vollen Lebens, für die unteren sich auf einer höhern Art oder Zustand seiner Erregbarkeit, als für die obern, befindet, so daſs man, wenn man, in *Fig.* 60. z. B. beym Zustand *D*, die zu dessen seinem Factor *E* (s. §. 23.) gehörigen Zuckungen die ganze Extremität entlang sich erstrecken sieht, man die zum andern Factor *A*, als dem höhern von beyden, gehörigen, häufig nur in den äuſsersten Enden derselben gewahr wird. Wiederholen wir dies alles jetzt auf die Art, wie der gegenwärtige Abschnitt sie uns lehrt, so erhalten wir folgende Ausdrücke. Je näher dem Muskelende, desto mehr ist der gegebene Nerv auf Flexoren erregbar, oder ist es ganz allein auf sie; je näher dem Hirnende, desto

weniger auf sie, desto mehr auf Extensoren, ist er erregbar, ist es ganz allein auf sie, oder nähert sich doch der Möglichkeit, es zu seyn; ja man trifft Nerven an, die wenn sie an jenem Ende blofs auf Flexoren, an diesem blofs auf Extensoren erregbar sind. In der Mitte sind sie es dann in wechselseitig minderem Verhältnifs auf beyde. Es sey indefs dies, oder auch nicht, d. h., es befinde sich blofs ein Theil dieser ganzen von der reinen Flexoren - bis zur reinen Extensoren-Erregbarkeit gedenkbaren Scale an gedachtem Nerven in der Länge, als er zum Versuch ist vorbereitet worden: beständig wird am Muskelende desselben die der Flexoren-, am Hirnende desselben die der Extensoren Erregbarkeit nähere, vorhanden seyn; beständig wird bey der Abnahme der Erregbarkeit, jenes, von seiner mehr als die an diesem Ende auf Flexoren sich beziehenden Erregbarkeit, auf eine mehr auf Extensoren sich beziehende herabkommen, dieses, an sich schon dem Letzteren nähere, sich immer mehr darein verlieren; und endlich ganz in eine blofse Extensoren - Erregbarkeit. Die Flexoren - Erregbarkeit der Nerven erstirbt überall zuerst, die Extensoren-Erregbarkeit zuletzt. Und dies geht so weit, dafs, wie eine und dieselbe Stelle eines Nerven zunächst für die oberen, zuletzt für die unteren von ihm versorgten Muskeln erstirbt, auch seine Flexoren-Erregbarkeit für diese zuerst dahingeht, für jene untern aber zuletzt, so dafs man ihn für die obern Theile der Extremität schon seit geraumer Zeit blofs noch auf Extensoren erregbar findet, wenn er für die untern es noch immer, wenigstens zugleich mit, auf Flexoren ist; eben so, als wie, wenn er später für alles Obere, und auf

jede Art, todt ist, es doch, für das Untere, nach auch längst verschwundener Erregbarkeit auf Flexoren, wenigstens noch ein Rest von Extensoren-Erregbarkeit ist, mit dem er immer noch reagirt, bis ganz zuletzt auch dieser erlischt, und nun der Nerv, für Zink und Silber überhaupt, und in jeder Hinsicht, todt ist und bleibt.

§. 37.

Die Resultate dieses Abschnittes zu wiederholen, haben wir kaum nöthig. Sie liegen uns noch zu nahe, als daſs wir eines derselben schon vergessen hätten. Nur das Allgemeinere wollen wir kurz zusammenfassen, und sagen: Flexoren und Extensoren haben verschiedene Erregbarkeiten, die Extreme derselben sind sich entgegengesetzt, und alle mittlere Arten bestehen nur im Phänomen und darinn, daſs einerley Reiz zu gleicher Zeit auf beyde, bald auf diese, bald auf jene mehr, oder endlich auf beyde in gleichem Grade, wirkt. Die Gesammtproducte der Erregung sind dann vermischte. Die Flexoren sterben früher als die Extensoren. Diese Erregbarkeit ist die letzte antreffbare, und aus ihr gehen die letzten Phänomene hervor, mit denen jedes Leben vom Ganzen abgetrennter Organe schlieſst.

III.

Von der Identität des Gegensatzes der Flexoren und Extensoren, wie ihrer Erregbarkeiten, mit dem verschiedner Erregbarkeiten überhaupt.

§. 38.

Auch hier können wir uns kurz fassen, denn das Vorige hat die Materialien zum Beweise der Überschrift dieses Abschnitts bereits enthalten, und wir haben den letztern, den Gegensatz der Flexoren und Extensoren und ihrer Erregbarkeiten, schon nicht abhandeln können, ohne oft dabey auch an seine Einerleyheit mit dem ersten verschiedener Erregbarkeiten überhaupt zu denken. In der That, was bleibt uns anders übrig, wenn wir ein Organ seine Phänomene, auf die Einwirkung desselben Reizes, zur einen Zeit in der umgekehrten Art und Ordnung geben sehen, als zur andern, bey näherer Aufmerksamkeit aber finden, dafs ganz andere Theile von ihnen es sind, welche das eine, und wieder, welche das andere Mal, sie geben? — Es ist gewifs, dafs der Zustand *A* der reine Zustand der Flexoren sey, und eben so ge-

wiſs, daſs der Zustand *E* der reine Zustand der Extensoren ist, und daſs alle übrigen Mittelzustände nur, aus dem Zugleich-in-Anspruch-Genommenwerden beyder Theile, beyder ihrer Zustände, in diesem oder in jenem Verhältniſs, hervorgehen, weſshalb denn auch *B*, *C*, und *D* an sich nichts besonderes mehr sind.

§. 39.

Neuer und wichtig aber ist das aus dem Vorigen überall sich ergebende Resultat, daſs die Erregbarkeit der Flexoren, in sich selbst, keinen Veränderungen, der Art nach, unterworfen ist, sondern einzig dem Grade nach Modificationen erleiden kann. Dasselbe gilt von den Extensoren, auch an ihnen kommt beständig nur eine und dieselbe Erregbarkeit der Art nach vor; und sie ist ebenfalls nur im Grade veränderlich. Man findet nie Flexoren die Rolle der Extensoren, oder umgekehrt diese die Rolle jener spielen. Es sind zwey unter sich völlig geschiedene Parthieen, und sie verharren in dieser Geschiedenheit, bis in den Tod der einen, der andern, oder beyder.

IV.

Von den Gesetzen, nach welchen Galvanische Reize auf Flexoren und Extensoren wirken.

§. 40.

Bis hierher haben wir absichtlich nur immer einen und den nemlichen Grad von Reiz, die überall selbe Differenz von Zink und Silber, auf erregbare Organe einwirken lassen. Wir wollen gegenwärtig, bey einerley Organ und Zeit seiner Erregbarkeit, diesen Reiz dem Grade nach ändern, um die hieraus etwa hervorgehenden Verschiedenheiten zu bemerken. Wir fangen bey einem Präparate an, was, bey angewandter Differenz Zink-Silber, genau die Phänomene *A*, oder *Fig.* 57 = 78. giebt.

§. 41.

Man wende einen schwächern Reiz, als den genannten, an, d. i. eine Differenz von Zink-Kupfer, Zink-Zinn, Zinn-Eisen, Eisen-Kupfer, Kupfer-Silber, und dergleichen. Das Präparat fährt fort, die Phänomene *A*, (*Fig.* 57. = 78.), zu geben. Nirgends trifft man

auf eine Ausnahme hiervon. Es wird einzig und allein auf Flexoren fortgewirkt. Man wende einen höhern als den gedachten an, d. i. eine Differenz Zink-Graphit, Zink-Magnesiumoxyd, oder eine Säule von 2, 3, 4 oder mehr Lagen Zink-Kupfer, Zink-Silber, u. dergl. Wenn die Erregbarkeit der Flexoren sehr hoch ist, können wohl 3 bis 4 Lagen noch immer nur auf Flexoren wirken, folglich immer noch die vorigen Phänomene geben. Erst wenn man höher steigt, wenn die Säule gröſser ist, oder auch bey einerley Gröſse (gleicher Lagenzahl und Breite) stärker wirkt, wenn sie z. B., statt mit Wasser, mit Kochsalz- oder Salmiakauflösung gebauet ist, tritt eine Änderung ein. Die Action, deren Einfluſs auf das Präparat vorhin nur *A* gab, fängt, mit ihrem Steigen, zuerst an, *B*, dann *C*, zu geben. Dieses geht, wie man jenes fortsetzt, über in *D*, ja, wenn das Organ schon einigemal stark ist angegriffen worden, auch wohl in *E*. Die Action nimmt nicht mehr, wie vorhin, die Flexoren des Organs allein in Anspruch; sie wirkt zugleich auf die Extensoren; wie sie steigt, thut sie das immer mehr; endlich wirkt sie fast oder ganz allein auf diese. Hierbey bleibt es dann, wie auch die Action ferner wachse. Die stärkste Säule oder Batterie giebt *D*, und nach ihm *E*, und bleibt bey diesem, bis zum völligen Nachlaſs alles Erfolgs auf jene, bis alle ihre Erregbarkeit erloschen oder getödtet ist. Der schädliche Einfluſs starker Action hat sich zuerst auf die Flexoren geworfen, sie oder ihre Erregbarkeit zerstört, aus *E* verliert sich die Spur von *A*, welche mit *E* zusammen *D* noch gab, die später ergriffenen überhaupt tenaceren Extensoren bleiben allein noch übrig, bis zuletzt auch ihre Erreg-

barkeit, von der allzustarken Einwirkung der Säule auf sie, erschöpft ist.

§. 42.

Standen die Organe gegen Zink-Silber auf *B*, so wird man unter den schwächeren Metalldifferenzen leicht eine finden, gegen die jene nun mit *A* auftreten, wo blofs noch auf die Flexoren gewirkt wird. Wie man dann die Differenz noch schwächer wählt, bleibt es hierbey, es sey denn, dafs sie allzuschwach sey, um überhaupt auf das Organ sichtbar zu wirken. Geht man im Gegentheil über Zink-Silber hinaus, auf die nemliche Art, die im vorigen §. ist angegeben worden, so ist es nicht mehr *B*, mit dem das Organ reagirt, oder das Verhältnifs von Flexoren zu Extensoren, in welchem erstere noch immer das Übergewicht haben, sondern erst erscheint es mit *C*, dann mit *D*, endlich mit *E*; der Gang der Phänomene ist ganz derselbe, wie in §. 41., ausgenommen, dafs hier das Organ früher bey *C* und *D* und *E* ankommt, als dort.

§. 43.

Stand das Präparat gegen Zink-Silber auf *C*, wurden von dieser Differenz Flexoren und Extensoren in gleichem Grade erregt, so zeigt eine niedere Differenz leicht *B*, ja wohl *A*, d. h., sie wirkt allein auf die Flexoren. Eine höhere hingegen fährt auch hier fort, erst *D*, zuletzt *E*, zu geben, oder auf Extensoren mehr als Flexoren, endlich nach Tödtung letzterer, auf erstere ganz allein zu wirken.

§. 44.

Befindet sich das Organ gegen Zink-Silber bereits auf *D*, werden schon hier die Extensoren mehr als die Flexoren gereizt, so geben nun niederere Differenzen blofs *C*, oder *B*. Zuweilen, wiewohl selten nur, gelingt es, bis auf *A* zu kommen. Eine höhere dagegen bringt *D* sehr bald über in *E*, bey dem es dann verbleibt.

§. 45.

Ist endlich das Organ schon auf *E*, und so vollkommen, als dieser Zustand in §. 8. und *Fig.* 61. = 82. ist dargestellt worden, so erhält man durch geringere Differenzen selten nur noch eine Spur von einer sichtbar werdenden Beymischung von *A* zu *E*, wodurch *D*, *C*, oder *B*, entstände, vielweniger, dafs *A* ganz allein vorhanden wäre. Ist dies der Fall, so haben gewöhnlich Umstände bey der Schliefsung der stärkern Kette verursacht, dafs sie schwächer wirkte, als die nachherigen mit kleinerer Differenz, oder es ist sonst auf irgend eine Weise eine Anomalie, deren Grund man dann leicht auffindet. Ohne sie hat man so weit, als die Action hinreicht, die Organe zu bewegen, beständig *E*. Jede stärkere Action fährt ebenfalls fort, dies und nichts anderes zu zeigen. Je höher sie ist, desto höher ist blofs der Grad des Erfolgs, wie auch in allen vorigen Fällen §. 41. — 44., wo man endlich auf *D* oder *E* kam. Eine allzuhohe Action tödtet endlich alle Erregbarkeit, und Schläge sehr grofser Säulen wirken eben so nachtheilig, als es von starken Schlägen grofser electrischer Batterien bekannt genug ist.

§. 46.

Der Gang der Phänomene §. 41. — 45. ist unter allen und jeden Umständen der nemliche. Ich rechne hierher vorzüglich den Ort, mit welchem, und die Art, auf welche, die Nerven des Präparats in der Kette sind, oder die Umstände der Figuren 62. bis 75.

§. 47.

Der Gang der Phänomene ist ferner der nemliche, von welcher Metall- oder Körperdifferenz man in §. 41. auch ausgehe. Nur wird, je höher sie ist, der Zustand des Organs ein um so niederer, je tiefer sie ist, derselbe ein um so höherer seyn, und wo er das eine oder andere nicht mehr der Art nach seyn kann, doch dem Grade nach seyn.

§. 48.

Wie grofs aber das Stück der Scale *A* *E* sey, welches zwey gegebene Metalldifferenzen oder Actionen umfassen, wie weit der Zustand, den z. B. die Differenz Zinn - Eisen an einem gegebenen Organ und gegebenen Stellen seiner Nerven anzeigt, von dem entfernt sey, welchen z. B. zwey Zink-Silber angeben, kommt auf die jedesmalige Beschaffenheit des Organes selbst, seiner Nerven, den Grad jeder seiner verschiedenen Erregbarkeiten, dieser ihre Tenacität, u. s. w., an, so dafs sich dafür nichts Bestimmtes festsetzen läfst. So wie ich Nerven fand, die bey derselben Differenz, Zink-Silber z. B, in *Fig.* 70. *A*, in *Fig.* 74. aber *E*, und jedes vollkommen rein, zeigten, so dafs ihrer Länge nach alle Zustände *A* bis *E* an ihnen vorka-

men, aber nur selten, so habe ich auch welche gehabt, die bey einerley in den Versuch genommener Stelle, auf Eisen-Kupfer *A*, und auf Zink-Silber schon ein äuſserst nahe an *E* grenzendes *D* gaben, aber wieder nur selten. Gewöhnlicher kommen auf diesen Unterschied nur einige Zustände. Zuweilen endlich kommt ein einziger auf sie, d. i. die kleine Differenz zeigt einen Zustand an, der schwer zu unterscheiden ist von dem, den die gröſsere angiebt; dieser Fall jedoch ist fast noch seltener, als der zuerst angegebene. Auch kann ein Theil hievon leicht Umstände, wie in §. 45. angegeben wurden, zur Ursache haben. Die Fälle, wo die Organe auf sehr hoher, oder sehr tiefer Erregbarkeit sind, sind besonders zu betrachten. In ersterem kann die Erregbarkeit der Flexoren groſs genug seyn, um selbst durch 2, durch 3 Zink Kupfer noch nicht erschöpft zu werden. Im zweyten können diese schon so erloschen seyn, daſs schlechterdings nur die Extensoren noch erregbar zugegen sind, und also auch bey der geringsten Action diese schon auftreten können. In jenem wie in diesem werden dann die Phänomene seines Zustandes mit der Action steigen, und als Unterschied des Grades zugegen seyn, was als Unterschied der Art nicht mehr erscheinen kann.

§. 49.

Die Änderung des Zustandes der Erregbarkeit mit dem Grade der angewandten Differenz oder Action, verbreitet besonders Licht über die in §. 14. im Allgemeinen gegebene Geschichte der Erregbarkeit im Thierreiche. Wir gaben dort bloſs denjenigen Zustand

an, welcher sich gewöhnlich gegen die nemliche Differenz Zink-Silber zeigt. Man weifs aus II und III, dafs diese verschiedenen Zustände blofs von dem Verhältnisse der Erregbarkeit der Flexoren zu der der Extensoren, und seinem Wechsel, herkommen, und dafs, wenn wir dort sagten: je höher und dauernder die Erregbarkeit im Thierreich sey, desto näher an *A*, je schwächer und vergänglicher dieselbe, desto näher an *E*, befinde sich dieselbe, oder sey dieses selbst, — das jetzt so viel heifst, als: je höher und dauernder die Erregbarkeit, desto gröfser, je schwächer und vergänglicher dieselbe, desto geringer sey die Erregbarkeit der Flexoren, und ihre Herrschaft im Thierreiche. Wen es nun befremden wollte, dafs bey einigen Thierklassen die Erregbarkeit so ungemein nahe an *E* stehe, also die Flexoren so äufserst zurückständen, so sehr, dafs man kaum daran glauben könnte, der würde blofs zu bedenken haben, dafs die Differenz Zink-Silber schon eine sehr grofse, bereits die Extensoren zu sehr mit fassende, sey, im Gegentheile aber kleinere Differenzen, wo überhaupt nur etwas mehr, als *E* selbst, da ist, auch einen höhern Zustand, ein separirteres Auftreten der Flexoren, veranlassen, und oft genug wohl den Zustand *A*, oder reine Flexorenerregung, geben können. Leichter aber und mehr könnte es befremden, bey einigen Thieren, und dann sogar bey Menschen, die wir so viel durch Flexoren verrichten, sie im Versuch ganz verschwunden, und nichts wie den Zustand E, den der blofsen Extensorenerregung, zu sehen. Auf dieses aber, und auch noch auf das Vorige mit, dient zur Antwort, dafs alle Versuche, an die ich in §. 14. denken konnte,

nur mit vom Ganzen abgetrennten und vorher gehörig präparirten Theilen, angestellt waren; daſs zwischen ihrer Ablösung von Ganzen und der Beendigung der nöthigen Präparation eine Zeit verfloſs, daſs diese Zeit ſehr oft nicht klein, im Gegentheil, wo die an andern Thieren, z. B. Fröschen, erworbene Geschicklichkeit zu letzterer nicht mehr anwendbar ist, zuweilen sehr groſs ist; daſs während dieser Zeit die Erregbarkeit, wie man sie beym Tode oder der Theilung des Thieres unerforscht verlies, dem allgemeinen Gang der Natur in ihren Organen zu Folge, sinken muſste; daſs sie dies um so mehr muſste, je länger diese Zeit aus den angeführten Gründen war; und endlich, daſs von allen Muskeln es gerade die Flexoren sind, deren Erregbarkeit überall zuerst einsinkt und abstirbt. Es bleibt also in der That für alle Thiere zunächst die Möglichkeit, daſs bey noch aus keiner solchen Ursache geschwächter Erregbarkeit, die Flexoren ganz mit der Gröſse ihrer Erregbarkeit zugegen seyn, welche wir für das, was sie im Leben damit zu verrichten haben, fordern müssen. Allein auch die Wirklichkeit davon läſst sich, und durch Versuche, entscheiden. Zu allen den Versuchen, aus welchen wir ersahen, daſs Flexoren bey der Schlieſsung nur dann contrahirt werden, wenn sie oder ihre Nerven, nach dem Schema des Organs *n* des Präparats *mn* in *Fig*. 57. oder, was gleich ist, desselben Organs in *Fig*. 65., in der einen oder andern Kette enthalten sind, ferner, daſs sie es auch nach der Trennung nur werden, wenn sie nach dem Schema *m*'s in *Fig*. 57. oder 65. in derselben enthalten sind, waren die Organe selbst aufs vollständigste präparirt, d. i. ihre Nerven soviel wie mög-

lich von Muskelfleisch und den andern nicht wesentlich zu ihnen gehörigen Integumenten entblöfst. Allein, man thue diefs nicht so sorgfältig, oder auch überhaupt nicht; man nehme das Organ, wie es die erste beste Trennung vom Ganzen darbietet. Hier hat man keine sonderliche Zeit zwischen der Abtrennung des Organs und dem ersten Versuch an ihm verfliefsen lassen dürfen. Man bringe Zink und Silber, oder auch selbst zwey noch differentere Leiter, an die ersten besten zwey leitenden Stellen desselben, und sobald diese nur in einer der Gröfse und dem Inbegriff des Organs angemessenen Entfernung von einander liegen, wird es bey keinem Thiere, dessen Erregbarkeit gehe auch noch so schnell vorüber, daran fehlen, neben den Extensoren auch eine Menge Flexoren, und in den meisten Fällen diese ganz vorzüglich, in Bewegung gerathen zu sehen. Bald wird man im Verlauf der Zeit weniger auf die Flexoren und mehr auf die Extensoren, endlich auf letztere ganz allein nur noch, wirken, und die Zeit, nach der dies geschieht, wird der sehr nahe kommen, die über einer ordentlichen Präparation des Organs, wie wir sie bis hierher immer anwandten, verflossen wäre, nach welcher das Thier, seine Organe, wirklich nichts gezeigt hätten, als blofs den Zustand *E*, oder den der blofsen Extensorenerregbarkeit, höchstens allenfalls *D*. Obige gute Präparation war blofs erforderlich, um die verschiedene Erregbarkeit von Flexoren und Extensoren selbst zu studiren. Nachdem man dies gethan, und erfahren hat, dafs Flexoren wie Extensoren nie ihre Rolle vertauschen, gleichsam die Phänomene beyder wechsels-

weise geben können, wird man gewiſs seyn, daſs überall, wo Flexoren bewegt wurden, sie es, als solche, wurden, und vermöge der und keiner andern Erregbarkeit, vermöge welcher sie es in den vorhergegangenen ausgebildetern Versuchen ebenfalls wurden.

§. 50.

Das im vorigen §. Erwähnte gilt auch von menschlichen Organen. Ich darf hier nur an die von Creve bey Gelegenheit der ersten in Deutschland an abgetrennten menschlichen Organen angestellten Galvanischen Versuche gemachte, und nach diesem von andern bey ähnlichen Gelegenheiten mehrmals bestätigte Beobachtung erinnern. „Gleich im Anfange wirkte dieser (der Galvanische) Reiz mehr auf die Beuger als die Strecker des Fuſses, im Verlauf erst mehr auf die Strecker.“ (S. Creve's Beyträge zu Galvani's Versuchen. Frankf. u. Leipz. 1793. 8. S. 23.). In Italien hatte Gentili, bey dem ersten solchen Versuch, der überhaupt geschah, bereits ähnliche Beobachtungen gemacht. (S. Galvani's Abhandlung über die Kräfte der thierischen Electricität. Uebers. v. Mayer. Prag, 1793. 8. Vorrede S. XXV. verglichen mit Creve a. a. O. S. 47.) In meinen Versuchen (s. §. 14.), wo es mir mehr darauf ankam, in Aequivalenten von *Fig.* 56. zu arbeiten, muſste ich der dazu nöthigen, nicht von mir selbst vorgenommenen, Präparation wegen, wohl 20 Minuten vergehen lassen, ehe ich zum Versuche selbst kam, weſshalb, was auch in Creve's angeführten Versuchen mit 15 Minuten schon vorüber

war, eine vorherrschende Erregbarkeit der Flexoren, bey mir ebenfalls vorbey war, und ich bloſs noch den Zustand E, oder den der bloſsen Extensorenerregbarkeit, vorfand.

§. 51.

Bringen wir jetzt die im gegenwärtigen Abschnitt erzählten Phänomene unter gemeinschaftliche Ausdrücke. Es zeigt sich uns ein für die Physiologie thierischer Körper höchst merkwürdiges Gesetz. Ein jeder auf ihre Organe angewandter Galvanischer Reiz, wirkt, wo Flexoren und Extensoren beysammen sind, zuerst und zunächst beständig auf die Flexoren, deren Nerven, oder wenn es derselbe Nerv ist, der beyde versorgt, auf die diese angehenden Theile desselben. So lange noch Erregbarkeit derselben genug zugegen ist, wirkt er bloſs auf diese. Erst wenn ihre Erregbarkeit, die „Capacität" derselben, von dem angebrachten Reize ganz erschöpft ist, und insofern, wirkt dieser Reiz mit demjenigen Theile, der zu dieser ihrer Erschöpfung nicht mit verwandt wurde, dazu nicht mit nöthig war, auf die Extensoren, dieser ihre Nerven, oder die diese angehenden Theile des einen und nemlichen, und nur wenn Flexoren überhaupt in keinem Grade mehr erregbar vorhanden sind, wirkt jener Reiz mit seiner ganzen ungetheilten Kraft, und einzig, auf letztere, die Extensoren. Für jeden Grad der Erregbarkeit der Flexoren giebt es einen Reiz, der groſs genug ist, um,

nach Erschöpfung ihrer Erregbarkeit, in die entgegengesetzte der Extensoren übergreifen zu können. Die erstere Erregbarkeit ist eine „beschränkte, bedingte, endliche“; sie ist einer Erschöpfung fähig, d. i. eines Punktes, wo das erregbare Organ durch den Reiz, wie eine gegebene Gröſse von + durch eine andere ihr entsprechende von —, vollkommen „gesättigt, neutralisirt“, oder s. w., ist. Der letzteren Erregbarkeit im Gegentheile ist eine „unbeschränkte, unbedingte, unendliche“; sie ist keiner Erschöpfung fähig, d. i. keines Punktes, wo das erregbare Organ durch seinen Reiz, wie eine gegebene endliche Gröſse durch eine andere endliche, vollkommen „neutralisirt, gesättigt“ u. s. w. wäre. Bis jetzt ist kein Galvanischer, und, was gleich viel bedeutet, electrischer Reiz, bekannt geworden, über den sich nicht ein höherer hätte finden lassen, der, nachdem jener nichts mehr wirkte, nicht noch Bewegung hervorgebracht hätte. Der Frosch, der im Kreiſse einer Säule von 1000 Lagen nicht mehr zuckt, zuckt noch von 2000 Lagen. Eine Säule von 1000000 Lagen ist noch bey weitem nicht die gröſste gedenkbare. Was nach Tagen endlich gegen sie todt wäre, würde doch gegen eine von 2000000 noch leben. Es scheint, daſs, wenn vom gänzlichen Aufhören aller Erregbarkeit gesprochen werden soll, man es nicht eher thun darf, als bis die Fäulniſs alle Structur des Organs vollkommen aufgelöſst hat. So lange noch von dieser ein Rest vorhanden ist, so lange wird man auch immer noch Reize finden, die stark genug sind, Aenderung in ihr, d. i. Contraction, hervorzubringen, und diese wird in Streckung bestehen,

wie sie von Beccaria's Hahn*) bis zu dem letzten Frosch, den ich mit einer Säule von 2000 Lagen, der gröſsten oder stärksten, die zu solchen Versuchen noch ist angewandt worden, erschlug, darinn bestanden hat.

*) S. Priestley's Geschichte der Electricität A. d. Engl. v. Krünitz. S. 277.

V.

Fernere Bestätigung dieser Gesetze aus den Modificationen der Erregbarkeit, welche geschlossene Ketten in thierischen Organen bewirken.

§. 52.

Bis hierher haben wir alle zu erwägenden Momente blofs an den Phänomenen bey Schliefsung und Trennung Galvanischer Ketten, in denen sich erregbare Organe befanden, d. i. an den Contractionen ihrer Muskeln, nachgewiesen. Die Action der Kette aber dauert fort, so lange sie, diese Kette, geschlossen bleibt, also auch ihr Seyn und Einflufs in und auf die erregbaren Organe selbst. Letzterer ist seit meinem: Beweis, dafs ein best. Galv. d. Lebenspr. im Thierreiche begleite 1798. §. 20. S. 119 u. f., als Modification der Erregbarkeit dieser Organe, oder richtiger ihrer Nerven, bekannt. In *Fig* 56 wurde, wenn *z* und *s* Zink und Silber waren, *m* nach viertel- oder halbstündigem Geschlossenbleiben der Kette sehr deprimirt, *n* hingegen sehr exaltirt, befunden, und man weifs noch, wie weit

beydes unter gehörigen Umständen gehen, wie man das exaltirte wieder deprimiren, das deprimirte wieder exaltiren, wie lange man diesen Wechsel wiederholen kann, u. s. w. Im vorigen Stücke dieser Beyträge habe ich mich bey Gelegenheit dieser Erregbarkeitsmodificationen an menschlichen Organen umständlicher über ihre Natur, und die Art, wie sie zu Stande kommen, verbreitet. Ueberall indefs, wo ich noch davon sprach, die neuliche kurze Anzeige davon in Gilbert's Annalen, B. XVI. S. 328. ausgenommen, habe ich auf den bestimmten Zustand der Erregbarkeit des Organs selbst, noch weniger auf den Unterschied derselben, nachdem sie an Flexoren oder Extensoren vorkommen, Rücksicht nehmen können, weil ich theils anfangs damit selbst noch nicht genug bekannt war, theils später immer noch keine Auseinandersetzung davon hätte geben können. Es sind diese Modificationen der Erregbarkeit indefs, sowohl nach Ort, als Art, wirklich aufserordentlich verschieden, je nachdem der Zustand der Organe selbst ein anderer ist, und sie stehen überhaupt mit dem Gegensatz der Erregbarkeiten der Flexoren und Extensoren in so nahem Verhältnifs, als man schon im voraus vermuthen durfte, wenn, wie seit lange gewifs, die Contraction des Organs im Augenblicke der Schliefsung der Kette nur der Ausdruck des Eintritts einer Action ist, die so lange, und eben, wo sie eintritt, beharrt, als die Kette geschlossen ist.

§. 53.

Man habe ein Froschpräparat, welches auf dem Zustande *A*, oder dem der blofsen Flexorenerregbarkeit, in einem vorzüglich hohen Grade steht. Man schliefse

mit Zink-Silber die Kette, wie in *Fig.* 57., und lasse sie 5 bis 10 Minuten geschlossen. Man öffne sie. Nicht *n*, oder der Schenkel der Silberseite, wie bey niederer Erregbarkeit gewöhnlich (s. Beweis u. s. w. S. 122.), sondern *m*, oder der Zinkschenkel, geräth bey dieser Trennung in die heftigsten und anhaltendsten Bewegungen. Weit entfernt aber, sich zu strecken, beugt er sich vielmehr hierbey. Die Flexoren des Schenkels sind in der gröſsten convulsivischen Bewegung, und bleiben eine oder auch etliche Minuten darinn. Während dieser Zeit und auch nachher besitzt dieser Schenkel die nemliche hohe Erregbarkeit durch Ketten aus bloſs thierischen Theilen und andere äuſserst geringe Reize, die sonst gewöhnlich der Silberschenkel zeigt. Der Schenkel *m* aber bleibt während dessen ganz ruhig und Versuche mit differenten Metallen zeigen, daſs er beträchtlich deprimirt sey. Bringt man es endlich zu Zuckungen, so zucken nicht mehr, oder doch sehr wenig noch, Flexoren, sondern meist, oder ganz allein Extensoren. Man sieht, die Kette hat bloſs auf die Flexoren gewirkt, in *m* hat sie dieselben deprimirt, in *n* exaltirt. — Merkwürdig ist, nach der schon in §. 13. erwähnten leichten Erregung dieser Flexoren, die groſse Leichtigkeit und Schnelligkeit ihrer Erregbarkeitsmodificationen. Sie geht so weit, daſs ich mich oft dieser letzteren allein bedienen konnte, um zu erfahren, ob überhaupt in einer Kette, die nach aller Theorie nur eine sehr und so geringe Action hatte, daſs bey der Schlieſsung kaum oder gar nicht Zuckungen da waren, auch wirklich Wirkung zugegen war. Bey äuſserst hoher Erregbarkeit sind nur halbe, nur Viertelminuten, nöthig, um jene Modificationen aufs vollständigste

dargestellt zu haben. Immer aber betreffen sie nur Flexoren.

§. 54.

Steht das Präparat auf *B*, und ist die Tenacität seiner beyden Erregbarkeiten, der der Flexoren und der Extensoren, grofs genug, um die Zeit des Versuchs über auf diesem Zustande zu bleiben, so findet man bey der Trennung in *Fig.* 58. *m* beynahe noch eben so exaltirt, als in §. 53. Der Schenkel geht dabey in Beugung über. Zu gleicher Zeit aber bemerkt man auch in *n* eine Spur von Exaltation, und zwar einen Anfang zur Streckung des Organs. Es sind hier die Extensoren, welche einen Anfang von Erhöhung der Erregbarkeit erfahren haben, statt dafs in *m* diese Extensoren gänzlich schweigen.

§. 55.

Befindet sich das Präparat auf *C*, sind Flexoren und Extensoren für den gegebenen Reiz in gleichem Grade vorhanden, so scheinen beyde Schenkel *m* und *n* in *Fig.* 59. in gleichem Grade erhöht. Aber *m* ist gebogen, während *n* gestreckt ist. Es sind wieder in *m* blofs die Flexoren, und in *n* die Extensoren, welche exaltirt sind. Es schweigen also diese in *m* und jene in *n* immer noch, welche nemlich deprimirt sind.

§. 56.

Steht das Präparat auf *D*, so zeigen sich bey der Trennung in *n* die Extensoren sehr stark exaltirt, in *m* hingegen die Flexoren nur sehr wenig. Noch immer schweigen in *n* die Flexoren und in *m* die Extensoren.

§. 57.

Befindet sich das Organ endlich ausgemacht auf *E*, so findet man nur sehr selten bey der Trennung der Kette in *m* einige Erhöhung, und zwar der Flexoren, sie ist meist einzig in *n* und bey den Extensoren, und hier in äufserst hohem Grade, zu finden. Von Flexoren in *n* bemerkt man auch, auf was irgend für einen Versuch es auch sey, nichts mehr, und eben so todt sind in *m* die Extensoren.

§. 58.

Fig. 83. bis 87. stellen alle diese Fälle zur gemeinschaftlichen Uebersicht dar. Das Zeichen ∧ bedeutet Exaltation, das Zeichen ∨ Depression. Das beygesetzte „*Fl.*“ oder „*Ext.*“ zeigt an, welche Theile, Muskeln, oder Nerven des Organs, eines oder das andere treffe, der Unterschied in der Gröfse der Zeichen selbst aber, wie gewöhnlich, den Grad, in welchem eines in Bezug auf das andere Statt findet.

§. 59.

Nur selten aber findet man Organe, die so lange auf einer und der nemlichen Stufe der Erregbarkeit verharren, als der Versuch dauern mufs, um ein scharfes Resultat zu geben. Mehrentheils wechselt er während dieser Zeit schon dem gewöhnlichen Gange der Erregbarkeit gemäfs, und durchläuft eine, zwey, und selbst mehrere Stufen derselben aus der Scale *A* *E*, und, wie immer, auch hier in der Richtung von *A* nach *E*. In solchen Fällen findet man dann bey der Oeffnung der Kette nahe diejenige Modification vor, welche dem Zustande, auf dem sich das Organ im Au-

genblick dieser Trennung befindet, entspricht. (Nahe, sage ich defshalb, weil die Modificationen, welche Folge der Einwirkung der Kette auf einen gegebenen höhern Zustand des Organs sind, sich unter einander während dem Geschlossenseyn der Kette nicht ganz so schnell ablösen, als diese Zustände selbst, und das Organ selbst bereits z. B. auf *C* seyn kann, wenn die Oeffnung der Kette noch die Phänomene, die dem Zustand *B*, oder wenigstens einem zwischen *C* und *B* gelegenen, entsprechen, giebt.) Man übersieht dieses alles am besten, wenn man ein Froschpräparat, welches bestimmt, und sehr hoch, auf dem Zustande *A* steht, mit Zink - Silber zur Kette schliefst, und die Metalle mehrere Stunden lang beständig an den nemlichen Nerven läfst. Oeffnet man nach kurzer Zeit, etwa 4 bis 8 Minuten, so hat man die Phänomene *Fig.* 83. Man schliefse jedoch wieder, und untersuche nach neuen 8 bis 12 Minuten. Man findet die Phänomene *Fig.* 84. Man verfahre von neuem so; nach etwa gleicher oder auch längerer Zeit, ist *Fig.* 85. zugegen. Und so nach neuer ähnlicher Zeit erst *Fig.* 86., dann endlich *Fig.* 87., oder der Fall, wo alle Modification der Erregbarkeit blofs Extensoren noch anging. Es ist nicht zu erwarten, dafs bey jedem Frosche die Zeiten genau die angegebenen seyn werden, nachdem man dies oder jenes erhalten wird. Es ist indefs leicht, sich in jedem besondern Fall zurecht zu finden, und das Angeführte gab nur das ohngefähre Mittel. Dafs übrigens die bisweilige Oeffnung und Wiederschliefsung der Kette, zu allem nichts, oder so wenig, dafs es nicht anzuschlagen ist, beygetragen habe, ersieht man leicht aus Gegenversuchen, die darinn bestehen,

daſs man z. B. von fünf Präparaten, binnen gleicher Zeit von einer oder etlichen Stunden, die Kette des einen 5, des andern 4, des dritten 3, des vierten 2, des fünften endlich nur 1 Mal öffnet, wodurch nichts verändert wird, als daſs man den Gang der Wirkung auf immer wenigeren Stufen beobachtet.

§. 60.

Es wäre überflüſsig, einzeln zu erörtern, wie bey andern Arten, das Präparat oder seine Nerven in die Kette zu nehmen, bey ungleichen Erregbarkeiten zweyer zu Einem Präparat gehöriger Nerven, bey mindoren Metalldifferenzen, als der hier angewandten von Zink - Silber, u. s. w., der Erfolg seyn werde. Es ergiebt sich aus dem bisherigen Inhalt dieser Abhandlung alles von selbst. Nur eine Bemerkung habe ich nachzuhohlen, die sonst noch nirgends besonders ausgehoben wurde. Auſser dem auf solche Depression und Exaltation der Erregbarkeit, als wir hier, und früher an andern Orten, abgehandelt haben, gehenden Einfluſs der geschlossenen Kette, giebt es noch einen, der auf die Organe, oder ihre Nerven, absolut und in jeder Hinsicht deprimirend wirkt, also auch solche Veränderungen der Erregbarkeit, wie die eben gedachten, immer mehr unmöglich macht. Er begleitet jede Kette, scheint aber bey niederer Action gegen die relativen Erhöhungen und Depressionen der Nerven in einem weit kleinern Verhältniſs zu stehen, als bey höherer oder stärkerer Action. Nur bey einer Action der erst genannten Schwäche, wohin ich im Ganzen die von einzelnen Metall - oder Plattenpaaren überhaupt rechnen kann, ist möglich, was ich im Beweis u. s. w.

S 123., angab, d. i., daſs ein Organ, dessen Nerv in geschlossener Kette mit Kupfer oder Silber armirt war, länger erregbar bleibe oder scheine, als ein ohne Armatur und Kette, wie in *Fig.* 68., gelegenes. Doch trifft es auch hier, wie ich nachmals gefunden habe, bey weitem nicht allemal zu. Wo es nicht zutrifft, und weiter bey höherer Action, wie bey der von 10, 20, 30, Lagen u. s. w., ist, ohngeachtet aller Bemühung, durch regelrechte Armirung die Nerven des Organs so viel als möglich auf recht hoher Erregbarkeit zu halten, die Erregbarkeit derselben weit eher ganz dahin, als wenn sie in keiner Kette gewesen wären. Derselbe Act, der hier deprimirt, dort exaltirt, schwächt doch im Ganzen, und wirkt allemal durchaus tödtlich für die Organe, und so schnell man auch durch kleine Säulen im bisherigen Sinne exaltiren und deprimiren kann (s. Gilberts Annalen, B. VI. S. 471.), obschon auch hier die Zeit, in der man das wiederholt thun kann, immer beschränkter wird, so unmöglich wird es am Ende, durch sehr groſse Säulen auch nur das Geringste noch von den gedachten Modificationen bewirken zu können; sie wirken sogleich und viel zu stark auf die erst hier angegebene Art, als daſs das Organ Zeit hätte, sich zu jenen Phänomenen in irgend einem merklichen Grade anzuschicken. Man hat diese Art durchaus tödtlicher Wirkung der Galvanischen Kette oder Säule auf thierische Organe und deren Nerven, bis jetzt noch zu wenig, von jener andern relativ deprimirenden und exaltirenden, unterschieden, und ich selbst habe es noch zu wenig gethan, um schon ganz genaue Rechenschaft von diesem an sich sehr wichtigen Verhältniſs geben zu können. Doch enthält be-

sonders das vorige Stück dieser Beyträge bereits eine Menge Materialien dazu, indem es die letztgedachten relativen Erregbarkeitsmodificationen, für das, was sie sind, für in der That relativ, anzusehen lehrt, und so, daſs die Exaltation z. B. des Silberschenkels *n* in *Fig.* 87. eigentlich mehr bloſs Exaltation in Bezug auf die entgegengesetzte Armirungsart durch Zink, die Depression des Zinkschenkels *m* daselbst aber mehr bloſs Depression in Bezug auf die verminderte Möglichkeit, durch irgend eine Art es in die Kette zu nehmen, Contraction in ihm hervorzubringen, ist. Im Grunde sind beyde Schenkel deprimirt, für dieselbe Applicationsart der Kette nemlich: denn man kann das bloſse Zur - Ruhe - Kommen des Schenkels *n* in *Fig.* 82. bey neuer Schlieſsung der Kette (vergl. m. Beweis u. s. w. S. 121.), genau genommen, eben so wenig eine Contraction nennen, als man das Schweigen des Schenkels *m* dabey eine nennen kann; der ganze Unterschied ist fast nur, daſs man bey *n* etwas sieht, bey *m* aber nichts. Wieder kann man mit eben so vielem Grunde sagen, beyde Schenkel, oder beyder Nerven seyen exaltirt, für die entgegengesetzte Applicationsart der Kette nemlich: denn genau so gut, als der „exaltirte" Schenkel *n* durch Armirung seiner Nerven mit Zink wieder deprimirt, also doch überhaupt durch die Kette auf ihn, und stark, eingewirkt werden kann, genau so gut kann auch der vorhin „deprimirt" genannte Schenkel *m* durch Armirung seiner Nerven mit Silber wieder exaltirt werden; zu beydem aber muſste doch die Möglichkeit im Organ selbst liegen, und eben diese Möglichkeit, die durch die vorige Kette hier in bey-

den Organen so hoch gesteigert war, ist doch im Grunde mit Erregbarkeit derselben, und hier mit exaltirter, vollkommen Eins. Ich werde diesen Gegenstand, auf den schon das einfache Zusammenhalten der verschiedenen Erregbarkeitsmodificationen durch die Action der einfachen Kette oder schwacher Säulen, und das absolute Tödten der Erregbarkeit für alle schwächeren Reize durch einen einzigen sehr starken Voltaischen Säulen - oder electrischen Batterieschlag längst hätte leiten können, ohne sonst, und noch im Verfolg des Gegenwärtigen, etwa in §. 69. u. s. w. vorkommender Gelegenheit dazu, da ausführlicher erörtern, wo er eigentlich hingehört, in der Fortsetzung der Abhandlung, die ich in den vorigen Stücken dieser Beyträge über den Galvanischen Schlag anfing, die ich aber, wie jetzt die Sachen stehen, freylich in diesen Beyträgen selbst, nicht mehr beenden kann. Bis dahin kehren wir für die gegenwärtige Abhandlung zu unsern alten Ausdrücken zurück, nach denen wir ein Organ *n* vom Zustand *A*, nach lange genug geschlossener Kette *Fig.* 83. deprimirt, ein gleiches *m* aber exaltirt, ein anderes *n* vom Zustand *E* nach lange geschlossener Kette in *Fig.* 87. sodann exaltirt, *m* aber deprimirt, fortnennen, wie vorhin.

§. 61.

Hat man in *Fig.* 83. *n* deprimirt, *m* exaltirt, so zeigt das Frühere, daſs dieses bloſs die Flexoren beyder Organe betroffen habe. Weder das eine noch das andere aber hat diese Organe, ihre Flexoren, auf einen anderen Zustand der Erregbarkeit zurückgebracht, als der ihnen ursprünglich zukommt, den Zustand *A*.

Sie sind in diesem verblieben. Am ersten sollte man das Gegentheil von dem exaltirten Schenkel *m* erwarten. Allein man richte zu einer Zeit, wo die Frösche eine ganz vorzüglich hohe Erregbarkeit und Ausdauer derselben besitzen, zwey solche Ketten, wie *Fig.* 83. ist, vor. Nach gehöriger Zeit bekommt man dadurch zwey Schenkel *m*, *m*, deren Flexoren exaltirt sind. Man nehme diese schnell aus ihren Ketten heraus, und bringe sie zusammen in Eine Kette, ähnlich wieder der in *Fig.* 83., d. i. in *Fig.* 88. Aber man hat immer nichts mehr noch weniger, als denselben reinen Zustand *A*, den die Präparate, von denen sie genommen waren, vor allem Versuche gaben, d. i. bey der Schliefsung Zuckung in *ms*, bey der Trennung in *mz*, und was man als Folge der vorhergegangenen Ketten noch dabey sieht, ist, dafs die erstere ein schneller Uebergang der schon mit aus der vorigen Kette gebrachten Beugung und Unruhe derselben in eine noch stärkere, die zweyte aber ein schnelles Zurückversetztwerden des bey der Schliefsung ruhig gewordenen Schenkels in die vorherige Unruhe und Beugung ist. Nimmt man statt der exaltirten Schenkel *m*, *m*, zwey deprimirte *n*, *n*, in die gedachte Kette, nur dafs ihre Flexoren noch nicht so deprimirt sind, dafs sie überhaupt auf eine angebrachte Kette nicht mehr zucken könnten, so zeigen sie ebenfalls, nur mit weit schwächerer Contraction, den alten ersten Zustand *A* noch ungestört an. Zu beyden Versuchen gehören aber, wie gesagt, und es aus Allem deutlich ist, ganz aufserordentlich gute Frösche, wie man sie nur im Winter, oder im Frühjahr, wenn sie eben erwachen, trifft.

§. 62.

Eben so wenig als die Flexoren von ihrem eigenthümlichen Zustand *A*, geben auch die Extersoren von ihrem eigenthümlichen, *E*, durch noch so groſse Exaltation oder Depression ab. Man nehme zwey in zwey Ketten *Fig.* 87. exaltirte Schenkel *n*, *n*, und bringe sie mit Zink-Silber in *Fig.* 89. von neuem zur Kette. Bey der Schlieſsung zuckt *nz*, bey der Trennung *ns*, wie vorher. Vom gewöhnlichen ist das Phänomen auf eine der vorigen ähnliche Weise wieder nur darinn verschieden, daſs bey der Schlieſsung der ungeheure Starrkrampf, mit dem *n*, *n*, oft aus ihren Ketten *Fig.* 87. geben, und welcher dann, für denjenigen, welcher dergleichen noch nicht sah, in einer alle Glaubwürdigkeit übertreffenden Anstrengung aller ihrer Extensoren besteht, so, daſs man solche Schenkel eher brechen als biegen könnte, in *nz*, zum Zeichen der Schlieſsungszuckung, wo möglich noch fürchterlicher wird, während *ns* in tiefe Ruhe zurücksinkt, — bey der Trennung hingegen *nz* zu solcher Ruhe kommt, während *ns* wieder aus ihr zu neuen Krämpfen erwacht. Wer einen Begriff von der ganz ungeheuern Kraft der Muskeln, die nach dem Tode des Ganzen, zu dem sie gehörten, und noch lange nach ihm, in denselben zurückbleiben kann, haben will, muſs solche Phänomene sehen.) — Nimmt man zwey in Ketten wie *Fig.* 87. deprimirte, doch nicht so deprimirte Organe *m*, *m*, daſs sie gegen Zink-Silber gar nicht mehr sichtlich reagirten, in eine neue Kette, so geben auch sie noch dies Phänomen des Zustands *A*, nur schwach, und mehr wie in *Fig.* 61. *b.*, als daselbst *a.* — Man habe indeſs wirklich so stark deprimirte genommen, als sie so eben nicht genommen wer-

den sollten, so darf man nur die Kette die gehörige Zeit geschlossen lassen, um wenigstens das Phänomen der Wiedererhöhung *ms*'s, und der noch gröſsern Schwächung *mz*'s, nach Verhältniſs eben so schön und so vertheilt vorzufinden, als in *Fig.* 87. an *ns* und *mz*.

§. 63.

Übersehen wir jetzt §. 52. bis 62., so zeigt sich uns zuerst, daſs die nemlichen Muskeln, auf welche bey der Schlieſsung und Trennung einer gegebenen Galvanischen Kette gewirkt wird, auch diejenigen sind, auf welche während dem Geschlossenseyn der Kette die Wirkung dieser fortdauert, deren Product man nachmals in dem wiederfindet, was bisher Erhöhung und Deprimirung der Organe durch diese Kette, genannt wurde. Die Vertheilung dieser Wirkungen ist für die Flexoren eben so die entgegengesetzte von der für Extensoren, als die Ordnung der Phänomene bey Schlieſsung und Trennung es für beyde ist. Überall werden von den Muskeln Eines Ranges, (ob Flexoren oder Extensoren), diejenigen deprimirt, die bey der Schlieſsung der Kette in Contraction versetzt, im Gegentheile diejenigen exaltirt, die bey dieser Schlieſsung nicht, sondern erst bey der Trennung, es wurden, während bey letzterer jene schwiegen. Die Ordnung, in welcher die Kette auf die verschiedenen Muskeln des Organs exaltirend wie deprimirend wirkt, ist die nemliche, in der sie überhaupt auf sie wirkt. Zuerst geht sie auf die Flexoren, und weil dieser Erregbarkeit zureicht, allen

Reiz aufzunehmen, allein auf sie; später bey abgenommener Erregbarkeit dieser, geht sie mit dem entstandenen Überschusse auf die Extensoren, wirkt also auf beyde zugleich; endlich bey völlig erloschener Erregbarkeit jener, oder ihrer Nerven für sie, geht sie ganz allein auf diese, die letzteren, und fährt damit fort, so lange überhaupt noch eine Spur des Lebens oder einer Fähigkeit dazu, in ihnen vorhanden ist. Selbst wenn ein Präparat bereits so weit gesunken ist, dafs es in *Fig.* 56. weder bey Schliefsung noch Trennung einer Kette mit Zink-Silber mehr in Contraction übergehen kann, ja wenn es selbst so schwach ist, dafs es durch Stundenlanges Bleiben in einer solchen Kette durch keine ähnliche aber umgekehrt applicirte Differenz von Zink-Silber mehr zu sichtbaren Zeichen von Erregbarkeit zu bringen ist, so wird man noch immer die Wirkung, die dennoch jene Kette in ihnen hervorgebracht hat, die Depression im einen, die Exaltation im andern Schenkel, oder den Nerven des einen und andern, dadurch erfahren, dafs nun eine 4 — 6 — 8 oder mehrfache Differenz von Zink-Silber, eine Säule von so viel Lagen, deren Zinkpol in *Fig.* 56. an den gewesenen Silberschenkel *n*, ihr Silberpol aber an den gewesenen Zinkschenkel *m*, grbracht wird, im ersten, dem, der erhöht seyn sollte, wirklich noch leichter Contractionen hervorruft, als in dem letzten, dem, der deprimirt seyn sollte, bey dieser oder irgend einer weitern Verfahrungsart. Die im vorigen Abschnitt (IV.) behaupteten Gesetze, nach denen auf Flexoren und Extensoren gewirkt wird, sind also durch die im gegenwärtigen aufgeführten Beobachtungen vollkommen, und noch von einer neuen Seite, bestätigt worden.

VI.

Von dem besondern Umſtande, daſs nur Ein Pol einer Galvaniſchen Kette Muskeln in Contraction setzt, und daſs dies bey der Extensoren ein anderer, als bey den Flexoren, iſt.

§. 64.

In der That ist, was die Überschrift meldet, ein Umstand gewesen, der, so sonderbar er auch scheint, doch in jedem Versuche, den wir aufgeführt haben, vorgekommen ist. Besonders der letzte Abschnitt hat uns gelehrt, daſs wirklich jede Kette mit beyden Polen auf die in ihr befindlichen erregbaren Organe wirke, oder bestimmter, daſs in *Fig.* 56., und gleich von Anfang an, und die ganze Zeit des Geschlossenseyns der Kette hindurch, auf beyde, oder beyder Nerven, gewirkt wurde. Demohngeachtet wurden immer bey der Schlieſsung nur die Muskeln des einen Organs in Contraction versetzt, so lange und in sofern es nemlich Muskeln einer und derselben Klasse waren, welche die Action dieser Kette in Anspruch nahm. Und von der Zuckung bey der Trennung können wir genau genommen kaum sagen,

dafs die Kette noch sie hervorgebracht habe; sie tritt hervor, wenn diese wegfällt. Wie soll, was nicht mehr ist, noch wirken? — Vergleiche bereits diese Beyträge, B. II. St. 2. S. 78. u. f. —

§. 65.

Wir haben also, sofern wir auf die von der Kette unmittelbar hervorgebrachten Muskelcontractionen Rücksicht nehmen, nur auf die bey der Schliefsung erscheinenden zu sehen. Und so finden wir ohne langes Suchen, dafs Flexoren in Ketten, wie *Fig.* 57 = 78., beständig nur von dem negativen Pol der Kette, ihrem Silberpol, oder auf der Seite dieses, Extensoren hingegen umgekehrt in Ketten, wie *Fig.* 61 = 82., beständig nur von dem positiven der Kette, ihrem Zinkpol, oder auf der Seite dieses, in Contraction zu versetzen waren.

§. 66.

Diese Pole sind gerade diejenigen, auf deren Seite nachmals die einen oder andern Muskeln deprimirt wurden, in dem Sinne, als wir in §. 60. auf dies Wort zurückgekommen sind. Hätte uns also auch noch nichts davon unterrichtet, (vergl. §. 63.), dafs die Contraction des Muskels nur der Anfang von dem sey, was ihm während dem Geschlossenseyn der Kette ferner widerfährt, so würde es dies thun müssen. Es würde uns zeigen, dafs diese Contraction nichts sey, als die erste Depression, welche jenen Muskeln widerfährt, und dafs alle fernere, gleichsam nur in einer fortgesetzten Contraction bestehe, die auch als solche erscheinen würde, hätte das Organ selbst, nicht, noch aus dem Ganzen zu

dem es vorher gehörte, mitgebrachte Mittel, dem Einfluſs der Kette wenigstens so weit entgegen zu arbeiten, daſs es nur in, wenn gleich nicht zu seltenen, doch gewiſs auch nicht zu häufigen Fällen, s. m. Beweis u. s. w. S. 132.), in einer die Dauer des Geschlossenseyns letzterer, oder doch einen Theil derselben hindurch, anhaltenden schwachen Contraction verbleiben kann, mehrentheils aber auch es hierzu nicht kommen läſst. Wonach es denn fast scheinen möchte, als bestände die sogenannte Depression eines Organs auf der Seite des Zinkpols der Galvanischen Kette, mehr in dem allmäligen Erschöpfen dieser Ressourcen, aus denen das Organ, aus seinem widernatürlichen Zustande beständig wieder in seinen natürlichen zurückzukommen, und sich darinn zu erhalten strebt, als eben in der bloſsen Contraction ohne weiteres selbst, wenn nicht eben diese die Ursache wäre, aus welcher jenes nöthig wird.

§. 67.

Im Gegentheile sind diejenigen Pole, welche keine Contraction bewirken, gerade die, auf deren Seite das Organ exaltirt wird. Ganz so, wie es das Verhältniſs, nach welchem, was Contraction bewirkt, nicht exaltirt, sondern deprimirt, giebt. Wie ersteres dem letzteren, worinn auch beydes sonst bestehen möge, (s. §. 60.), doch immer geradezu entgegengesetzt ist, so muſs auch der erste Anfang des einen ein entgegengesetzter, von dem des andern seyn. Es muſs durch ihn, wie durch das, dem er vorangeht, diejenige Erschöpfung der Ressourcen des Organs, die in §. 66. eine Depression desselben zur Folge hatte, und auch gewiſs, nur langsamer, vor sich geht, wenn auch

das Organ in keiner äufserlich geschlossenen Kette begriffen ist, sondern blofs derjenigen, (oder dem System derjenigen), die es selbst zuletzt doch wieder ausmacht, (s. Beyträge, B. I. St. 3. S. 158. u. f.), und die ihm seinen Ton giebt, überlassen ist, in ihrem Laufe gehemmt, zum wenigsten retardirt werden; welche Hemmung oder Retardirung schon an sich begreiflich ein mehr blofs innerer Vorgang ist. Auch dieser wird das Organ, eben so, wie vorhin ihrem Entgegengesetzten, nach Möglichkeit entgegenarbeiten, und auf seinen natürlichen Zustand zurückzukommen suchen. Dies ist es aber schon, wodurch statt einer absoluten Hemmung eine blofse Retardirung der Erschöpfung jener inneren Ressourcen als Resultat hervorgehen konnte. Auch begreift man, wie, so lange die Kette geschlossen ist, unter solchen Umständen es zu keiner Contraction kommen kann. Erst wenn nachmals die Kette geöffnet wird, und das, was retardirte, mit einem Male wegfällt, stürzt der bis hierher zurückgehaltene Theil des natürlichen Laufs des Organs ebenfalls mit einem Male hervor, das Organ selbst befindet sich jetzt plötzlich genau in dem nämlichen Zustande, in den das andere eben so plötzlich bey deren Schliefsung gesetzt wurde. Die Bedingungen sind da, unter denen es überall in Contraction ausbricht. So geschieht dasselbe auch hier, und giebt, wenn die Kette nur kurze Zeit geschlossen war, das Phänomen einer blofsen Trennungszuckung, nach länger geschlossener aber das jener anhaltenden zuletzt fürchterlichen Krämpfe, Beugungen oder Spannungen, welche in §. 61. und 62. geschildert wurden, und laut denen, und dem, was aus dem jetzigen Zustande des Organs, das sie zu geben gezwungen ist,

weiter folgt, sie für Phänomene einer erhöhten Erregbarkeit angesehen werden.

§. 68.

Wir kommen hier immer mehr auf das Wesen der Contraction selbst zurück. Wir müssen es schlechthin in einen Act des Organs setzen, der mit der Vollführung der Bestimmung, die es von selbst in sich trägt, identisch ist, und ganz in derselben Richtung mit ihr geschieht. Ob hierbey das Organ, der, die ohne äufseren Einflufs sich in ihm vollführte, voreilt, oder, ob es, durch äufseren Einflufs eine Zeit lang darinn retardirt, beym endlichen Wegfallen dieses Einflusses, dieselbe blofs nachholt, ist nachmals einerley. (Vergleiche die ähnliche Ansicht zu anderem Behuf in diesen Beyträgen, B. II. St. 2. S. 26. u. f.)

§. 69.

Auch über das Wesen der durch die Kette und ihre verschiedenen Pole hervorgebrachten Erregbarkeitsmodificationen, geht hiermit schon etwas mehr hervor, als wir in §. 60. anführen konnten. Die Depression der Muskeln oder der Nerven für sie, löfst sich auf in gröfsere Comsumtion der den eignen Act des Organs begründenden Elemente, als ohne die Kette in ihm Statt gefunden hätte; die Exaltation derselben im Gegentheile in eine mindere Comsumtion, als ohne Kette geschehen wäre. Natürlich, dafs nun die umgekehrt angelegte Kette, die durch diese geringere Comsumtion aufgesparteren Kräfte des eben insofern exaltirten Organs, mit durch das Organ selbst unterstützter Macht, in den Procefs ihrer gegenseitigen Vernichtung einführt,

und in dem Grade wieder deprimirt, und eben so, daſs bey dem deprimirten Organ, die Indifferenz, zu der jene Kräfte zu Folge ihrer Comsumtion kamen, nach Möglichkeit wieder anfhebt, und diese Kräfte selbst zu abermaliger Verwendung hinstellt, dabey auch, was wirklich noch immer nicht consumirt war, vor jetziger Consumtion möglichst behütet, und durch beydes das Phänomen einer neuen Exaltation giebt. Freylich aber gehörte eine tiefere Kenntniſs des freywilligen Processes in, sich selbst überlassenen Organen, dessen Phänomen die schwindende Erregbarkeit ist, seiner Vertheilung, aller seiner Bedingungen, dessen, womit er im Organe selbst weiter zusammenhängt, was aus seinen Producten ferner wird, wie weit sie also oben geforderter Redifferenziirung jedesmal fähig sind, u. s. w., als wir sie hier veranlassen können, dazu, um das Räthsel, wie Eine und dieselbe Action, obige Modificationen der Erregbarkeit, und zur selben Zeit doch wieder den überall auf Zerstörung aller Erregbarkeit ausgehenden, und in keinem Augenblick einer geschlossenen Kette, welcher Art sie auch sey, aussetzenden Einfluſs, ausüben könne, den wir §. 60. zu erwähnen hatten, so vollständig zu lösen, als eben daselbst es mit ihm nothwendig wurde.

§. 70.

Zuletzt können wir aus dem Vorigen noch einige Anomalien erläutern, deren wir bisher noch nicht gedachten, auf die zu stoſsen aber, es sicher nicht schwer seyn wird, so wahr auch alles, was ich von Beobachtungen vortrug, sich mir seit 1798 zu den verschiedensten Zeiten, an den verschiedensten Organen, und auf

das Wiederholteste, aufs Schönste und Reinste in den Versuchen selbst gezeigt hat. Man wird oft, wo im Verlauf des Vorigen in einem Organ *m* in *Fig.* 61. z. B., bey der Schliefsung blofs Zuckung der Extensoren angegeben, doch Flexoren schwach mitzucken sehen, und eben so bey der Trennung in *n*. Überhaupt wird man viele Fälle finden, wo in einem und demselben Schenkel, eben den Muskeln, die bey diesem oder jenem mit der Kette vorgenommenen Act, allein zucken sollten, auch die andern, wenn z. B. jenes Extensoren waren, Flexoren sich, nur schwächer, mitbewegen sehen. Schon dieses aber mufs darauf führen, dafs diese Nebenzuckungen nicht das Resultat einer ganz und durchaus genau die reinen Schemen *Fig.* 56. bis 82. behauptenden Kette seyn können. Flexoren werden nur contrahirt, wenn ihre Nerven, oder die sie angehenden Theile derselben, dergestalt im Kreise der Kette zugegen sind, dafs ihr Hirnende im Verlaufe dieser dem Silber, ihr Muskelende dem Zink zu liegt. Im entgegengesetzten Falle bleiben sie ruhig. Extensoren werden nur contrahirt, wenn ihre Nerven, oder die sie angehenden Theile derselben, im Kreifse der Kette dergestalt zugegen sind, dafs ihr Hirnende im Verlaufe letzterer dem Zink, ihr Muskelende aber dem Silber zu, liegt. So lange dieses Statt hat, können unmöglich Fälle vorkommen, wo in einem und demselben Organ zweyerley Muskeln zu gleicher Zeit in Bewegung gesetzt würden. Doch kommen sie vor. Es sey dies nun so häufig oder so selten, als es nur immer wolle, so kann der Grund davon kein anderer seyn, als dafs, alles äufsern Ansehens ohngeachtet, denn doch, im einen Falle zu Extensoren, im andern

zu Flexoren gehörige Nerventheile, in so geringer Ausdehnung es auch sey, — und eine wie geringe ist bey nur einiger Erregbarkeit dazu nöthig! — in einer der obigen entgegengesetzten Lage oder Richtung der Action der Kette ausgesetzt seyen. Wie sollte dies auch in Organen, deren Bau ihre einzelnen Theile auf so mannichfache Art mit einander verbindet, durch einander webt, u. s. w., etwas unmögliches seyn. Von dem electrischen wie von dem Galvanischen Strom ist es bekannt, daſs er eine, Umwege, Zirkel, u. dergl., machende Richtung, einer kurzen und geraden so bald vorzieht, als er auf dem Wege jener bessere Leitung, wie auf dieser ihrem, antrifft. Ja, wenn selbst diese Leitung auf beyden Wegen dieselbe wäre, würde er, neben dem kürzern, den längern doch nicht völlig leer lassen. Die Action theilt sich in beyde, ja sie thut es noch, wenn selbst die Leitung des längeren eine schlechtere ist, sie theilt sich nach dem Verhältniſs beyderseitiger Leitung in sie. Nun sey in irgend einer Kette *Fig.* 80. z. B. die Darstellung dessen, was geschehen wird, insofern die Action der Kette sich durchaus an den kürzesten Weg durch ihre Glieder hält. Sie mache aber nur einige Umwege von solcher Art, daſs Theile des Nerven *zm* so in jener Action begriffen sind, daſs nicht ihr Hirn-, sondern ihr Muskelende im Wege derselben dem Zink, und nicht ihr Muskel-, sondern ihr Hirnende, dem Silber zu, liegt; das ähnliche nur entgegengesetzte gelte von *sm*. In dem Maaſse müssen auch Phänomene hervortreten, die ganz die umgekehrten von denen in *Fig.* 80. sind, d. i. die einer Kette entsprechen, wo Silber am Nerven von *m*, und Zink an dem von *n*, läge. Ja die Action selbst kann ihren Weg in aller

möglichen Geradheit und Kürze verfolgen, nur die zu verschiedenen Extensoren oder Flexoren gehörigen Nerventheile dürfen jene Umwege machen, und in dem Grade, als sie dies thun, wird auch eine umgekehrte Ordnung der Phänomene in *Fig.* 80. hervortreten müssen, die zusammen mit der geraden, wie sie diese Figur zeigt, den ohngefähren Anblick einer Kette geben muſs, in der die Nerven von *m* neben Zink noch mit Silber, und so wieder die Nerven von *n* neben dem Silber noch mit Zink, armirt wären, wenn anders eine solche Kette sich unmittelbar darstellen lieſse. Eine Menge äuſserer Nebenumstände, als ungleiche Feuchtheit der Nerven, Wendungen, die der Gang dieser, ihres Mehr oder Weniger, zufällig beschreibt, noch ihnen anhängende fremde Gefäſse, dieser ihre Verwirrung, u. s. w., können, durch Abänderung des Weges der Leitung, oder eines Theils derselben, ähnliche gemischte Phänomene bewirken. So sieht man eine Quelle von Anomalien vor sich, die, näher betrachtet, doch nur die alte Regel bestätigen, und fast muſs man sich mehr wundern, daſs dergleichen nicht beständig, und in sehr hohem Grade, als daſs sie nur zuweilen, und selten von gröſserer Bedeutung, vorkommen, oft aber so gänzlich wegfallen, daſs man auch nicht eine Spur von ihnen anzutreffen im Stande ist; wie denn, nach schon gethaner Erwähnung, unter allen in dieser Abhandlung erzählten Versuchen, kein einziger ist, dessen Phänomene nicht in ihrer äuſsersten bis ans Ideal grenzenden Reinheit und Sauberkeit beobachtet wären.

§. 71.

Ob übrigens mehrere anomale Bewegungen von Muskeln, die man hie und da antrifft, auch nicht einmal in den vorigen §. gehören, sondern schlechterdings nur Schein-Contractionen sind, mufs ich aus Mangel hinlänglicher Versuche defshalb, vor der Hand noch dahingestellt seyn lassen. Möglichkeit genug dazu findet sich, besonders in den §§. 61., und 62. Die exaltirten und als Folge dieser Exaltation in aus ihnen selbst hervorgehenden Krämpfen begriffenen Flexoren des Organs *mz* in *Fig.* 88., hören auf in dieser Spannung zu seyn, sobald die Kette geschlossen wird; der Schenkel kommt zur Ruhe. Seine Muskeln bewegen sich allerdings hierbey, aber sie contrahiren sich nicht. Es ist vielmehr das gerade Gegentheil davon, was mit ihnen geschieht. Dasselbe gilt von den exaltirten Extensoren des Organs *ns* in *Fig.* 89. Erst bey *ms* in *Fig.* 88., und bey *nz* in *Fig.* 89., sieht man, was wirkliche Contraction sey, selbst da, wo sie ein blofser Zusatz zu einer schon vorhandenen ist. Auch ist ein Unterschied in der Schnelligkeit, mit der beyde Organe, *mz* und *ms* in *Fig.* 88., oder *nz* und *ns* in *Fig.* 89., ihre Veränderungen erleiden. *mz* und *ns* geben sich langsam, wie durch Uebergänge, zur Ruhe, während es in *ms* und *nz* gleichsam ein Stofs ist, mit dem die vorhandenen Krämpfe in noch heftigere übergehen. Am besten überzeugt man sich von beyden, wenn, während geschlossen wird, man die Finger auf die stärkern Muskeln beyder Organe hält, wo man überhaupt erst ganz vernimmt, welche ungemessene Kräfte hier wüthen. — Nun setze man, ein Organ

befinde sich, aus was irgend für einer Ursache, in einem solchen mehr oder minder exaltirten Zustande dieser oder jener seiner Muskeln. Diese Muskeln kommen bey der Schliefsung zur Ruhe, es ist allerdings eine Veränderung mit ihnen vorgegangen, eine Contraction derselben aber war es nicht; und doch kann sie im Gewühl anderer wirklicher Contractionen, leicht darauf täuschen, selbst wenn man sie, ohne solche, auch in der That für das, was sie ist, für keine Contraction, vollkommen nehmen könnte. Auch schon eine blofse starke Herabstimmung des natürlichen T o n s der Muskeln, kann ähnliche Bewegungen oder Schein-Contractionen geben. Der Muskel bleibt dabey fast durchaus in seiner Lage und natürlichen Dimensionen und das Ganze ist mehr ein blofser flüchtiger Wechsel des Schimmers seiner Oberfläche.

§. 72.

Ich beschliefse diesen Abfchnitt mit einer Bemerkung, die denen, welche viel Galvanische, besonders Frosch-Versuche, machen, und dieselbe noch nicht kennen, willkommen seyn wird. Die erste Präparation, die man mit einem Frosche vornimmt, ist, dafs man ihn auf *DDCC Fig.* 2., in G a l v a n i's Abhandlung üb. d. Kräfte d. Thier. Electricität, *Tab I.*, zurückbringt, d. i., dafs man mit den zu beyden Schenkeln gehörigen Nerven noch ein Stück des Rückgrats in Verbindung läfst. Eine folgende, zu vielen Versuchen dieser Abhandlung, wie zu einer Menge andern, besonders wo man mit Flüssigkeiten zu armiren hat, sehr bequeme Präparation ist diese, dafs man

dieses Stück Rückgrat seiner Länge nach in der Mitte so durchschneidet, daſs den Nerven jedes Schenkels noch die Hälfte davon zurückbleibt, ohngefähr wie es *Fig.* 90., der gegenwärtigen Abhandlung andeutet. Sehr oft geschieht es nun, daſs sowohl nach dem ersten Queer-, als nach dem folgenden Längendurchschnitt des Rückgrats, die Extremitäten in zitternde Bewegungen, in Krämpfe, Beugungen, Spannungen, je nachdem die Umstände sind, gerathen. Gerade diese Unruhe des Präparats aber ist es, was oft lange an guten Versuchen hindern, oder sie zum wenigsten durch Miſsverstand von Phänomenen, wie sie im vorigen §. angegeben wurden, sehr stören könnte, wenn es nicht ein eben so einfaches Mittel gäbe, solche Organe im Augenblick zur Ruhe zu bringen. Man löse aus *ab*, *ab*, *Fig.* 90., das zerschnittene, in jeder Hälfte des getheilten Rückgrats noch zurückgebliebene Rückenmark mit der Scheere heraus, und schneide es so nahe an *a*, *a*, als möglich, ab. Sogleich sind alle Bewegungen vollkommen aufgehoben. Es schien der Einfluſs der Luft auf das durchschnittene Rückenmark zu seyn, der diese Bewegungen hervorbrachte. Bey durchschnittenen Nerven trifft man eine solche Wirkung äuſserst selten, und selbst dann noch in weit schwächerem Grade, an. Sobald also nur bloſs dergleichen noch zugegen sind, ist auch das Präparat in Ruhe. Die Stücken *c*, *d*, dienen dann, um, statt die armirenden Metalle u. s. w. geradezu an die Nerven zu bringen, sie mit jenen, dem mit diesen zusammenhängenden *c* und *d*, in Verbindung zu setzen, wodurch man die Nerven selbst sehr schont, und auch an der

Länge gewinnt, mit der sie im Kreiſse der Kette zugegen seyn können. Hat man mit scharfen Flüssigkeiten, wie mit ätzendem Kali, mit Schwefelsäure, Salpetersäure, und dergleichen, zu armiren, so thun diese Stücken *c*, *d*, noch wesentlichere Dienste, weil man dann jene Flüssigkeiten an diese bringt, und so die Nerven selbst lange genug vor ihrem zerstörenden Einfluſs bewahrt, um unterdessen die gewünschten Versuche so reinlich als möglich zu beendigen.

VII.

Von der Gegenwart des bisher an abgetrennten thierischen Organen untersuchten Gegensatzes zwischen Flexoren und Extensoren, u. s. w., in organischen Ganzen selbst, und von der Wirkung der Galvanischen Kette und Säule auf ihn.

§. 73.

Wir kommen hier in ein noch sehr unbearbeitetes Feld der physiologischen Wirkungen des Galvanismus, was wir jedoch nicht umgehen dürfen, wenn wir gleich beynahe mehr anzugeben hätten, was hier noch zu thun übrig, als was schon gethan ist. Abgerechnet, dafs mir selbst gegenwärtig die Zeit fehlt, diesen Gegenstand auf die gehörige Art mit Kette oder Säule in der Hand zu untersuchen, früher aber ich wenig Veranlassung hatte, mich bey ihm besonders aufzuhalten, da mir thierische Organe nur im abgetrennten Zustande, in Präparaten, wie *Fig.* 56 u. s. w., das waren, was ich gewöhnlich allein von ihnen zu fordern hatte, d. i., Electrometer oder Galvanometer, empfindli-

cher, als irgend ein anderes aus todten Substanzen zusammengebauetes, so dafs selbst die meisten in dieser Abhandlung aufgeführten Thatsachen mehr zufälliger Nebenbeobachtung, als einer unmittelbar auf sie gerichteten, das thierische Organ, und s e i n e, es s e l b s t betreffende, Kenntnifs sich zum Zweck nehmenden Aufmerksamkeit, ihr Daseyn zu verdanken haben, auch ich letztere meist nur in dem Grade geschehen liefs, als diese Kenntnifs mir die thierischen Organe als blofses Instrument immer brauchbarer machte; dies alles abgerechnet: treten hier der Möglichkeit einer reinen Beobachtung unendlich mehrere Schwierigkeiten in den Weg, als in allem Vorherigen.

§. 74.

Aufser allem, was im Vorigen Anomalie machen konnte, und was, allen Umständen zu Folge, hier in noch weit höherm Grade zugegen ist, zähle ich hieher noch ganz besonders die Unmöglichkeit, auch nur ein einziges Mal rein in Schemen arbeiten zu können, wie *Fig.* 56. bis 90. deren so viele und mannichfache enthält. Alles, was möglich ist, sind blofse Annäherungen, und was gewöhnlich übrig bleibt, nichts, als an Ganzen zu verfahren, wie in §. 49. an ihren Theilen, d. i., man mufs sich damit begnügen, nur zu erfahren, ob und wenn Flexoren mitzuckten, oder wenn mehr Extensoren, oder diese ganz allein noch zuckten, ohne unmittelbar bestimmen zu können, nach welcher Richtung sich die zu diesen Muskeln gehörigen Nerven jedesmal im wahren durch ihre Action selbst beschriebenen Kreifse der geschlossenen Kette genau und allein, oder, wenn dies nicht, nach wel-

chem Verhältnifs auf eine und die andere mögliche Art zugleich, befanden. Es ist dies ein um so unangenehmerer Umstand, als eine strenge Darstellung es nicht so ohne weiteres annehmen kann, dafs, was bey einzelnen Organen in §. 49. so gut galt, und über den innern Gang der Action aus dem äufseren Phänomen entscheiden liefs, in eben dem Grade und der Art auch von ihnen gelte, wenn sie nicht mehr für sich, sondern noch im Zusammenhang des Ganzen selbst, sind. Dazu hat bey solchen Ganzen, die noch am vollen Leben sind, noch ein Umstand Statt, von dem man bey abgetrennten Organen, oder auch nur jenen Ganzen nach irgend einer Tödtungsart, nie eine Spur antrifft: das Vermögen des Thieres, entweder, was nicht selten ist, dem Eindruck, den äufsere Reize in ihm hervorbringen, sich durch irgend einen, äufserlich sich durch nichts weiter verrathenden Act der Willkühr, gleichsam zu entziehen, so dafs dieselben bis zu einem gewissen Grade keine Macht über sie haben, oder auch, und häufiger, auf äufsere Reize in Bewegungen auszubrechen, die mit diesen in keinem andern Verhältnifs stehen, als blofs, jenen Eindruck, als etwas unangenehmes, widriges, zu überwinden, durch sie sich sein und seiner Folgen zu entledigen. Auf diese letzte Weise veranlafst eine schwache Kette oft das schlaffste Thier, zu, mehrere und viele Sekunden nach ihrer Wirkung fortdauernden Bewegungen, deren erstere sich dem, was die Kette unmittelbar thut, so einmischen, dafs es schwer ist, eines vom andern zu unterscheiden. Nur in sofern diese des Thieres Willkühr gleichsam übereilt, oder die Wirkung überhaupt so stark ist, dafs sie letztere mit einem Male

aufhebt, wie, wenn man Thiere todt schlägt, oder wenigstens betäubt, sind ihre unwillkührlichen Bewegungen von jenen willkührlichen gesondert vorhanden und zu beobachten.

§. 75.

Ich bemerke, was mir von dem, was unter solchen Umständen zu sehen war, bekannt oder erinnerlich ist. Ob bey in völliger Integrität erhaltenen Thieren mäſsige Ketten bloſs auf Flexoren wirken, darüber habe ich selbst noch keine besonderen Versuche angestellt, soviel auch deren, um nur überhaupt zu sehen, ob und wie stark einzelne Ketten auf ganze Thiere wirken, von Galvani, Volta, Valli, Monro, Fowler, Ackermann, von Humboldt, Aldini, Pfaff, und andern, an den verschiedensten Individuen, vorhanden sind. Merkwürdig ist indeſs, daſs selbst von denen Experimentatoren, die bey Erzählung ihrer Versuche, den guten Erfolg, auf den sie ausgingen, zu bekräftigen, gern Ausdehnungen und Streckungen der Gliedmaſsen der Thiere zu nennen pflegten, wo sie nur konnten, bey den Versuchen an ganzen Thieren, dergleichen äuſserst selten gedacht wird. So sagt einer der bewährtesten, Pfaff: „Da ich dem Rücken eines unversehrten Frosches eine Zinkstange unterlegte, und eine Silbermünze, welche an den Bauch angebracht war, in Berührung damit brachte, so zeigten sich nur sehr schwache Zuckungen in den Bauchmuskeln, und kaum merkliche in einzelnen Muskeln der Schenkel. So oft ich auch diesen Versuch, und zum Theil an sehr groſsen und reizbaren Individuen, wiederholte, so konnte ich doch nie auffallende

Zuckungen, die eine Ausdehnung der Gliedmaſsen zur Folge gehabt hätten, erregen.“ (S. Ueber thier. Electr. und Reizbarkeit. 1795. S. 107.). Von dieser Erzählung sind die anderer wenig unterschieden, und ich erinnere mich aus eigenen des nemlichen. Allerdings aber sind bey dieser Versuchsart, wenn wir nach dem, was bey abgetrennten Gliedmaſsen galt, schlieſsen wollen, alle Bedingungen da, um so wenig wie möglich auf Extensoren, im Gegentheile allein auf Flexoren zu wirken. Die Erregbarkeit des Thieres ist noch auf ihrer höchsten Stufe, und von der Action Zink-Silber z. B., trifft sie immer nur ein sehr mäſsiger Theil, der vielleicht nicht gröſser ist, als eine Action Zinn-Eisen, oder Eisen-Kupfer, die man unmittelbar auf die Nerven der zu bewegenden Muskeln anwenden könnte. Gerade die Thiere, die man zu solchen Versuchen wählt und wählen muſs, die mit feuchter Oberhaut, und ganz besonders Frösche, sind eben dieser wegen mit einer Hülle umgeben, die nicht allein eben so gut, wie Muskeln oder Nerven, sondern, wie ich bey Fröschen häufig erfahren, noch besser, als diese leitet. Ein groſser Theil der Action wendet sich bloſs an sie, die Kette ist schon durch die Oberhaut in gutem Grade geschlossen, und was diese nicht verwenden kann, sucht, durch sie hindurch, im Innern des Thieres, wo es allein Nerven, die zu erregbaren Muskeln gehören, treffen kann, seine Leitung. Und noch hiernach kommt es erst darauf an, wieviel durch die Muskelsubstanz u. s. w. allein geleitet, wieviel von dieser wieder erst den Nerven, durch die allein doch Muskeln in Bewegung zu setzen sind, ab- oder überlassen wird. Es wird immer nur

ein sehr kleiner Antheil des Ganzen seyn, und gerade ein solcher, wie ihn alles in den vorigen Abschnitten Erzählte als am geschicktesten aufwiefs, blofs auf Flexoren zu wirken.

§. 76.

Erst, wenn das Thier an sich nicht sonderlich lebhaft, wenn es z B. ein alter Frosch ist, oder noch besser, wenn man dem Frosch, der dabey immerhin am Leben bleiben kann, die Haut abzieht, und ihn nun dem Versuche wieder unterwirft, wirkt man auch, und sehr bestimmt, auf Extensoren mit, besonders, wenn die Kette eine ziemlich starke ist. Wir wählen wieder vor andern, was Pfaff unter diesen Umständen beobachtete. „Ganz anders, (sagt er a. a. O.), verhielt sich die Sache, wenn ich dem Frosche die Haut abzog. In diesem Falle, da nun die Bewaffnungen unmittelbar ans Fleisch angebracht waren, entstanden sehr lebhafte Zuckungen in beyden untern Gliedmafsen mit einer gewaltsamen Ausdehnung derselben, und auch in den Bauch- Seiten- und Rückenmuskeln. — Wenn ich die Zinkbewaffnung an den Rückgrat weiter nach oben zwischen die Schultern anbrachte, und mit dem Silber die Zunge oder die eine oder andere vordere Gliedmafse berührte, so zeigten sich Zuckungen in den Muskeln des Kopfs, des Halses, der Brust und die vordern Gliedmafsen wurden ausgedehnt, und ihre Finger gebeugt, die hinteren Gliedmafsen und die Bauchmuskeln blieben aber in Ruhe. Sobald aber bey gleichbleibender Lage der Zinkarmatur das Silber nun die eine oder andere hintere Gliedmafse oder die Lendengegend berührte, so dehn-

ten sich zugleich auch die hintern Gliedmaſsen gewaltsam aus.“

§. 77.

Die vorigen §§. hätten uns also, so gut das hier möglich, gezeigt, daſs auch bey lebenden Ganzen die Action der Galvanischen Kette auf Flexoren wie auf Extensoren gehe, und daſs, ganz wie bey abgetrennten Organen, auch hier zuerst auf jene, die Flexoren, und nachmals erst auf diese, die Extensoren, gewirkt werde. Es bliebe uns nun nur die Frage noch übrig, nach welcher Richtung sich die zu den contrahirten Muskeln gehörigen Nerven, bey Erregung ihrer Contraction, im wahren durch die Action selbst beschriebenen Kreiſse der Kette befunden haben. Schon in §. 74. aber haben wir die Schwierigkeiten bemerkt, die sich einer unmittelbaren Beantwortung dieser Frage entgegensetzen. Nur Annäherungen, mittelbare, sind möglich, und mit diesen müssen wir uns begnügen. Wir kehren zunächst zu der in §. 76. von Pfaff angeführten Stelle zurück. Er bemerkt, daſs die vorderen Gliedmaſsen ausgedehnt wurden, wenn Zink am Rückgrat, Silber aber an der einen oder andern vordern Gliedmaſse selbst lag. Unter entsprechenden Umständen wurden auch die hintern Gliedmaſsen ausgedehnt. Ferner sagt Pfaff (S. 109. seines angeführten Werkes): „daſs die Zuckungen immer lebhafter waren, wenn von den zwey Excitatoren derjenige, der (in andern Versuchen) als Nervenarmatur am besten wirkte, nach der Richtung der Nerven angebracht wurde, als wenn der Excitator, der (sonst) als Muskelarmatur am besten wirkte, diese Gegend bewaffnete.

So z. B. war in den hintern Gliedmaſsen die **Bewegung lebhafter**, wenn der Zink die Lendengegend, und das Silber den einen oder andern Schenkel bewaffnete, als bey umgekehrter Vertheilung.“ Suchen wir für diese Versuche auf unserer Kupfertafel die Schemen, so finden wir, daſs *Fig.* 62 = 64. jenen günstigen, *Fig.* 63 = 65. aber den ihnen entgegengesetzten ungünstigen entspricht. Was zuckte, waren gröſstentheils Extensoren (s. §. 76.). Für diese aber ist gerade auch in den Versuchen an abgetrennten Theilen *Fig.* 62 oder 64. die günstigste Armirungsart, damit sie bey der Schlieſsung in Contraction übergehen, *Fig.* 63 oder 65. aber die ungünstige, hingegen die für die Flexoren günstige (s. §. 70.).

§. 78.

Für die Extensoren also wären die Data vorhanden, (welche ich übrigens leicht aus dem Vorrathe meiner eignen Beobachtungen bestätigen, nur kaum erweitern, könnte), um darzuthun, daſs auch in noch lebenden Ganzen sie oder ihre Nerven nach demselben Gesetze der Wirkung der Galvanischen Kette unterworfen wären, als später in todten und abgetrennten Gliedmaſsen durchaus. Nur für die Flexoren fehlt es ganz an Beobachtungen solcher Art. Es müſste dazu ohngefähr heiſsen: daſs, bey Thieren von sehr groſser Lebendigkeit, nicht *Fig.* 62 = 64., sondern *Fig.* 63 = 65., die beste Armirungsart für starke Wirkung bey der Schlieſsung sey, und daſs die Gliedmaſsen dabey nicht gestreckt, sondern **gebeugt** würden; wovon mir aber ganz und gar nichts bekannt ist. Bloſs, daſs keine Beobachtung da ist, welche das **Gegen-**

theil darthäte, und daſs übrigens Flexoren in lebenden Ganzen sich wie in abgetrennten Organen verhalten, d. i., daſs auf sie, wo die Action wählen kann, zuerst gewirkt wird, daſs sie diejenigen sind, die sich zuerst dieser Wirkung entziehen, u. s. w., muſs, zusammengenommen damit, daſs doch die Extensoren unter beyderley Umständen sich gleich verhalten, während über ihre Gegner, die Flexoren, eigentlich nur die Versuche fehlen, es mehr als wahrscheinlich lassen, daſs auch letztere, von denen es ohnehin gewiſs ist, daſs sie das Gegensatzverhältniſs zu den Extensoren, welches die frühern Beobachtungen an abgetrennten Organen detaillirten, im lebenden Körper gerade am meisten behaupten und üben, zu seiner Zeit das nemliche gleiche Verhalten zeigen werden.

§. 79.

Bis hieher sprachen wir nur von der Wirkung der einzelnen Kette auf ganze Thiere. Weit stärker aber ist die der Verbindung vieler zu Einem Kreiſse, der Säule. Bey abgetrennten Organen erschöpft sie die Capacität der Flexoren sehr bald, und wirkt mit ihrem Ueberschusse, der hier gewöhnlich den gröſsten Theil des Ganzen ausmacht, auf die Extensoren. In kurzem ist die Erregbarkeit der ersten ganz getödtet, und die Action scheint allein noch auf letztere gerichtet; es fallen nichts wie Streckungen der Organe vor. Das letzte abgerechnet, weil das Thier, so lange es lebt, aus seiner eigenen Oekonomie wieder ersetzen kann, was ihm der äuſsere Einfluſs fortnahm, ist das Verhältniſs bey lebenden Gan-

zen dasselbe. Säulen von irgend beträchtlicher Gröſse bringen in ganzen Fröschen und andern ähnlichen Thieren beständig Contractionen hervor, die mehr Streckungen als Beugungen, und bald erstere fast ganz allein sind. Geht die Wirkung endlich so weit, das Thier tödten zu können, so ist der Zustand, in dem gewaltsame Schläge das Thier zurücklassen, der der Streckung jederzeit. Vergleiche schon §. 51.

§. 80.

Die bisherigen Beobachtungen betrafen bloſs Thiere. Wir hätten noch welche an Menschen zu fordern. Es wäre zu erwarten, daſs es ganz und gar nicht an solchen fehlte, da Tausende von Neugierigen sich dem Einfluſs des Galvanismus ausgesetzt, und Millionen von Schlägen an Volta's Säule genommen haben. Indeſs, wie äuſserst selten sind die Fälle gewesen, wo die einfache Kette schon Muskelbewegung hervorbrachte, und wie viele, die an der Säule experimentirten, haben den Rock ausgezogen, um zu sehen, welche Muskeln der Arme bey der Schlieſsung vor andern in Contraction versetzt wurden, und ob diese Muskeln verschieden waren von denen, die bey einer viel stärkern, oder auch viel schwächern Action, zuckten. Die Aufmerksamkeit aller war fast nur auf das gerichtet, was sie dabey fühlten. Wir werden aber in der Folge sehen, daſs gerade von der Contraction der Muskeln, die durch starke electrische oder Galvanische Schläge hervorgebracht wird, man, unmittelbar, nichts fühlt, und daſs, was man fühlt, eine ganz andere Affection des Körpers zum Grunde hat. Die ganze Untersuchung also ist noch vorzunehmen, und viel-

leicht nicht so sehr schwierig, da die Muskelbewegungen, in welche die Glieder des Körpers, besonders bey starken Schlägen, versetzt werden, häufig und entschieden genug sind. Man brauchte für den Anfang fast nur auf die Bewegungen Achtung zu geben, die der ganz unwillkührlich mit seinen Armen zu machen genöthigt ist, der mit armirten Händen eine Säule von 100 bis 200 Lagen schliefst. Bey schwachen Säulen erinnere ich mich selbst, dafs ich sie meistens bog, und mit den Armaturen von den Polen ab, nach dem Innern der Säule zu fuhr. Bey starken Säulen von 600 bis 1200 Lagen aber fuhren sie, die vorher etwas gebogen waren, stets auseinander; die Hände öffnen sich, man läfst die Armaturen fallen, und die Arme werden nach aufsen geschleudert. — Eine schöne hierher gehörige Beobachtung, welche zeigt, dafs auch electrische Schläge zunächst auf die Beugemuskeln wirken, hat Reil, und gleich nach der ersten Entdeckung des Galvanismus, gemacht. Er wiederholte den Urversuch, welcher Galvani nachmals zu allen seinen weiteren Entdeckungen Anlafs gab, den nemlich, wo ein armirter Frosch in dem Augenblick contrahirt wurde, als jemand Funken aus dem benachbarten Conductor einer Electrisirmaschine zog, wörtlich, nur dafs er statt des Frosches sich selbst armirte. „Ich liefs mir einen Leiter auf verschiedene Stellen meines entblöfsten Arms von einem andern aufsetzen, und jedesmal, wenn ein dritter Funken zog, entstand in dem darunter liegenden Muskel eine schwache, aber fühlbare Bewegung, und eine unangenehme brennende Empfindung. Letztere war vorzüglich auf der Zunge sehr lebhaft. Brachte man aber den Leiter

im Ellenbogengelenke, oder unterwärts und zur Seite des zweyköpfigen Muskels an, so daſs er gerade über den Armnerven stand: so erfolgten die heftigsten Convulsionen in den Beugemuskeln der Hand, die den ganzen Arm erschütterten. — Eben diese Zuckungen erfolgten, wenn ich mich electrisiren und alsdenn einen Funken aus einem Metall ausziehen lieſs, das ich auf die Armnerven aufsetzte." (S. Gren's Journal der Physik, B. VI. S. 412.). Möchte die ganze noch zu wünschende Untersuchung so schön vorgenommen und beendigt werden, wie dieser Anfang.

§. 81.

Und so wäre denn das Resultat aus diesem kümmerlicher, als es gut, vielleicht selbst nöthig war, ausgefallenen Abschnitte, vorerst nur die Aussicht, obwohl die sehr begründete, daſs hinlängliche Versuche bald lehren werden, daſs auch von und in ganzen unversehrten lebenden Thieren und Menschen dasselbe gelte, was in Abschnitt I — VI. von ihren abgetrennten Theilen, und zu zum Theile so groſser Ueberzeugung, konnte vorgetragen werden.

VIII.

Von den verschiedenen Erregbarkeiten der Sinnesorgane, und ihrem Gegensatze.

§. 82.

Daſs alle Bewegung in Muskeln, welche der Galvanismus in thierischen Organen veranlaſst, nur durch Veränderungen in den zu diesen Muskeln gehörigen Nerven hervorgebracht wird, also der Galvanismus auf Muskeln überhaupt nur in sofern wirkt, als er auf ihre Nerven wirken kann, ist eine so bekannte und ausgemachte Sache, daſs es zwecklos gewesen wäre, sie im Vorigen so oft zu wiederholen, als von Galvanischer Wirkung auf bewegungsfähige Muskeln gesprochen wurde. Wie wir uns also auch ausgedrückt haben: es wird jedem gewiſs seyn, daſs die verschiedenen Erregbarkeiten, und die Entgegengesetztheit derselben, welche wir in Abschnitt I bis VII abhandelten, verschiedene, entgegengesetzte Erregbarkeiten der Nerven von den Muskeln waren, welche im jedesmaligen Versuche in Contraction versetzt wurden. Aber nicht bloſs in Muskeln ausgehende Nerven besitzen eine solche verschiedene Erregbarkeit;

auch die ohne Muskeln endigenden der verschiedenen Sinnesorgane, haben die nemliche doppelte Empfänglichkeit für Reize; nur daſs von selbst hier nicht mehr wie vorhin nach Muskeln, nach Flexoren und Extensoren, benannt werden kann. Auch tritt hier wohl durchgängig derselbe Fall ein, der schon im Vorigen zum öfteren vorkam, daſs nemlich es nicht mehr verschiedene Nerven sind, an welche jene verschiedenen Erregbarkeiten vertheilt sind, sondern daſs Ein und derselbe Nerv beyde besitzt, und sich nach ihnen, bald nach dieser, bald nach jener, bald nach beyden zugleich, verhält. Wie ihm aber auch sey, immer ist die eine Erregbarkeit von beyden die geringere, bedingtere, „endliche", die andere hingegen die beträchtlichere, minder bedingte, „unendliche"; womit das Verhältniſs beyder zu einander dasselbe ist, wie oben bey den Nerven muskulöser Organe. Ueberall greift die Action der Kette und Säule zunächst in die erstere, die bedingte, erschöpft mit ihrem Wachsen diese, und geht dann mit dem Ueberschusse erst auf die letztere, die unbedingte, dann aber, so lange der Versuch selbst nur fortzusetzen ist, wirklich bis ins Unbestimmte fort; alles eben wieder, wie wo Muskelbewegung Zeichen und Maaſs der geschehenen Erregung seyn konnte.

§. 83.

Bey den Sinnen ist das Product der Erregung — Gefühl oder Empfindung. Nach der verschiedenen Erregbarkeit muſs auf den gleichen Reiz dieses Product selbst ein verschiedenes seyn. Da Thiere aber uns weder von jenem Gefühl, noch dieser seiner Verschie-

denheit, vorausgesetzt auch, daſs beyde bey ihm nach unserer Art Statt haben, nie treue Rechenschaft geben könnten, auch es sonst bey den Sinnen an äuſseren entsprechenden Merkmalen der Art fehlt, als wir bey den beweglichen Organen wohl an ihrer Bewegung, dem Grade, dem Orte, und der Art derselben, haben, so sind Versuche über die Einwirkung des Galvanismus auf sie ohnehin nur an Menschen, und aller Zuverlässigkeit der Beobachtung wegen, am sichersten nur an sich selbst, anzustellen. Es versteht sich, daſs was von den Sinnen des Experimentators gegolten hat, eben so auch von denen jedes andern, der es Lust zu werden hat, gelten werde.

§. 84.

Man kennt die Beobachtungen, welche ich in Versuchen an mir selbst über die Wirkung des Galvanismus, der einzelnen Kette, wie der Säule, auf die verschiedenen Sinne, erhalten habe. Am interessantesten wurde in dieser Hinsicht bis jetzt das Auge. Ich erwähne von allem, was bey diesem Organe sich bemerken lieſs, und ich in Gilbert's Annalen der Physik, B. VII. S. 474. 475. tabellarisch, aufgeführt habe, nur die Erhöhung des Lichtzustandes des Auges oder die Vermehrung des in ihm schon von Natur beständig vorhandenen Lichts (den Eintritt des „positiven Lichtzustandes"), und die blaue Farbe dieses Lichts, bey der Schlieſsung eines Kreiſses, in welchem sich das Auge am positiven Pole der Kette oder Säule befindet; das Beharren beyder, so lange die Kette geschlossen; und den Uebergang des positiven Lichtzustandes in den

negativen, (eine Verminderung des Lichts im Auge bis unter den gewöhnlichen Grad seiner Gegenwart in selbigem), und den Wechsel der blauen Farbe desselben in die röthliche oder rothe, bey der Trennung des Kreiſses. Befindet sich das Auge am negativen Pole, so treten der negative Lichtzustand und die rothe Farbe bey der Schlieſsung ein; dauern während derselben; und geben mit der Trennung in den positiven Zustand und die blaue Farbe über, welche am entgegengesetzten Pole bey der Schlieſsung eintraten.

§. 85.

Ist statt des Auges das Ohr im Kreiſse, so bemerkt man deutlich, wie das bey der Schlieſsung desselben entstehende Geräusch mit einem Tone begleitet ist, der, wenn beyde Ohren zugleich in der Kette sind, als *g* der eingestrichenen Octave oder $\bar{g}$ zu unterscheiden ist. Ist aber bloſs das eine Ohr in derselben, so ist, wenn es sich am positiven Pol befindet, der Ton tiefer als $\bar{g}$, am negativen Pole aber höher als $\bar{g}$. Da meine bereits 1801 geschriebene ausführlichere Abhandlung über diese Töne bis jetzt noch nicht im Druck erschien, so bemerke ich aus ihr hier noch, daſs der tiefere Ton am positiven und der höhere Ton am negativen Pole um so tiefer und höher als $\bar{g}$ sind, je stärker die Action ist, die man zu ihrer Hervorbringung anwendet; daſs, bey gleicher Action, der höhere Ton jederzeit merklich weniger von $\bar{g}$ nach oben entfernt ist, als der tiefere von $\bar{g}$ nach unten; daſs, bey ebenfalls gleicher Action, der höhere Ton

(am negativen Pole) und der ihn bringende Schlag und Schall, zugleich merklich stärker ist, als der tiefere (am positiven Pole) und der ihn bringende Schlag und Schall; daſs diese Töne so lange anhalten, als die Kette geschlossen bleibt, bey der Trennung aber übergehen in die entgegengesetzten: der höhere in den tieferen, der stärkere in den schwächeren u. s. w.

§. 86.

In der Nase erregt der negative Pol einen Drang zum Niesen, endlich dieses selbst, und zuweilen eine Spur von Geruch nach Ammoniak. Der positive Pol hingegen hebt die vorhandene Fähigkeit zum Niesen auf, und bringt überhaupt eine Abstumpfung der Nase, wie etwa durch oxygenirte Salzsäure, hervor. Zuweilen hat man selbst deutlich eine Art von saurem Geruch. Beyde Wirkungen halten mit dem Geschlossenbleiben der Kette an, und jede geht bey der Trennung in die ihr entgegengesetzte über.

§. 87.

Auf der Zunge bewirkt der positive Pol der Kette und Säule einen sauren Geschmack, der, nach dem Anhalten während der Schlieſsung, mit der Trennung in einen bittern alkalischen übergeht. Der negative Pol aber giebt bey und während der Schlieſsung einen alkalischen, und erst bey der Trennung den sauren Geschmack.

§. 88.

Zu Folge des Gemeingefühls hat man am positiven Pole die Empfindung einer Expansion, am negativen die einer Contraction. Beyde habe ich in diesen Beyträgen, B. II. St. 2. S. 29. u. f. näher beschrieben. Sie gehen, nachdem sie die Zeit des gebliebenen Geschlossenseyns über mit mehr oder weniger Abnahme angehalten haben, bey der Trennung ebenfalls in die entgegengesetzten Empfindungen, die Expansion in Contraction, die Contraction in Expansion, über.

§. 89.

Insofern der Körper endlich das Vermögen hat, Temperatur zu bemerken, Wärme und Kälte zu empfinden und zu unterscheiden, hat man am positiven Pole das Gefühl der ersten, am negativen das der letzten. Bey der Trennung geht die fortempfundene Kälte in Wärme, die Wärme aber in Kälte über.

Da übrigens der Sinn für die Einflüsse in diesem und dem vorigen §. nicht eben auf ein bestimmtes Organ beschränkt ist, sondern, nachdem er in einigen Theilen des Körpers blofs in vorzüglichem Grade angehäuft scheint, sich mehr oder weniger über den ganzen Körper verbreitet, so ist auch schwerlich ein Theil des letztern, an dem die Einwirkung der Säule nicht, aufser dem, was sie sonst noch nach dieses Theiles Individualität zur Wahrnehmung geben mag, beständig noch mit Expansion oder Contraction, und Wärme oder Kälte, für das Gefühl begleitet wäre.

§. 90.

Keine der in §. 84. bis 89. angegebenen Sensationen, und vorgekommen an dem angegebenen Pol der Säule, ändert sich der Art, sondern nur dem Grade nach, wenn man, statt der stärkern Action, bey der man sie nach Beschreibung erhielt, eine in beliebigem Grade schwächere anwendet. Sie wird bloſs ebenfalls schwächer, oder endlich auch Null.

§. 91.

Steigt man im Gegentheile mit der Action, so ändert sich die erhaltene Empfindung nun nicht mehr bloſs dem Grade nach, wird stärker nemlich, sondern häufig wird sie auch der Art nach eine andere. Man hat dieses bis jetzt gänzlich übersehen, und ich selbst bin, da die Versuche an den Sinnen ohnehin meist mit, den Experimentatoren bekannten Beschwerden verbunden sind, auch man schon um ihrer selbst willen, ohne ganz besondere Gründe, sie mit Recht zu schonen hat, bis noch vor wenigen Monaten nur in einzelnen mehr ohngefähren Fällen, mit der Action bis dahin gestiegen, wo die gedachte Aenderung der Empfindung anfängt. Auch achtete ich jene einzelnen Fälle nicht sonderlich, theils, weil eben es nicht mehrere waren, theils, weil mir überhaupt der Gedanke, sie für das anzusehen, was sie später wirklich gewesen waren, nicht eher kam, bis ich die in den vorigen Abschnitten erzählten Erfahrungen mir zur gemeinschaftlichen Uebersicht und Folge zusammengestellt hatte. Erst hierauf, also gewissermaſsen schon während der Ausfertigung dieser Ab-

handlung selbst, entstand die Frage ernstlicher, ob, was von den Nerven der Bewegungsorgane gegolten, nicht auch in seinem ganzen Umfange von denen der Sinnesorgane gelten möchte und müſste? — Ich wagte die wenigen bereits bemerkten, einer solchen Annahme entsprechenden Beobachtungen, für dergleichen zu halten, und zu glauben, daſs in den vielen Fällen, wo sie mir noch fehlten, — da rückwärts bis zum Minimum von Action die Phänomene durchaus dieselben blieben, (s. §. 90.) — ich, ohngeachtet der schon für sehr beträchtlich gehaltenen Action, denn doch nur immer noch höher mit ihr zu steigen hätte, um endlich überall da anzulangen, wo ich vorher bloſs in sehr wenigen Fällen, und nur in Rücksicht auf Einen Sinn, wirklich angekommen war. Ich erzähle diese letzten Beobachtungen zuerst.

§. 92.

Ich habe in §. 89. die Wirkungen angeführt, welche die Galvanische Action auf den menschlichen Körper, in sofern er mit dem Sinn für Temperatur versehen ist, ausübt. Am positiven Pole der Säule hat man eine Empfindung von Wärme, am negativen eine von Kälte. (S. auch Gilbert's Annalen der Physik, B. VII. S. 458.). Andere haben dies ebenfalls so gefunden. (Vergl. Pfaff a. a. O. S. 253., Reinhold daselbst B. XI. S. 379.; und andere.) Indeſs hatten ich sowohl, als die, welche meine Versuche wiederholten, zu diesen Beobachtungen nur schwache Säulen angewandt; mir namentlich gelangen sie am besten an Säulen von 80 bis 100 Lagen, deren Pappen bloſs

mit Wasser getränkt waren. Bey Säulen mit Kochsalz von eben der Gröfse waren die beyden Gefühle von Wärme und Kälte, nur selten eben so deutlich, und noch seltener, wenn die Säule dieser Art noch gröfser war. Gewöhnlich wurde hier der Unterschied fast ganz Null, und von Wärme oder Kälte war überhaupt nichts deutlich zu bemerken und zu unterscheiden. Wandte ich aber Säulen mit Salmiak gebauet von 100 und mehr Lagen an, und befeuchtete auch die Finger mit gut leitender Flüssigkeit, wie mit Kochsalz-, Salmiakauflösung, oder Säuren, so war allerdings wieder ein Gefühl von Wärme und Kälte da, und sogar stärker als sonst wo, aber die Vertheilung beyder Gefühle war die gänzlich umgekehrte von der vorigen. Die Kälte war, statt vorhin am negativen, jetzt am positiven, und die Wärme, statt vorhin am positiven, jetzt am negativen Pole. Es ist nicht leicht möglich, dafs jemand diesen Versuch, wie er hier beschrieben ist, wiederhole, ohne den angegebenen Erfolg; er ist constant. Beydes, das Gefühl der Wärme wie das der Kälte, besonders letzteres, geht bey zunehmender Action endlich bis ins Peinliche, und das der Kälte z. B. hat volle Aehnlichkeit mit dem, was man bekommt, wenn man, aus einem heifsen Zimmer kommend, den warmen Finger in sehr kaltes Eis oder Schnee hält. Trennt man nachgehends den Kreifs, so geht die Kälte auf eine kurze Zeit in Wärme, die Wärme auf eben so kurze Zeit in Kälte über; hierauf wechseln die Gefühle von neuem: den am positiven Pole der Säule gewesenen Finger überfliegt eine schwache Kälte, den am negativen gewesenen eine schwache Wärme, und der Erfolg des

Versuchs endigt, als wäre dem Finger.... nur, was in §. 89. erzählt ist, widerfahren.

§. 93.

Der Erfolg der Versuche des vorigen §. war, wie bereits erwähnt, das erste, was ich vor mir hatte, als ich nach dem Daseyn verschiedener und entgegengesetzter Erregbarkeiten in den Nerven der Sinneswerkzeuge fragen mufste. Einen allgemeinen Beweis für ihre Gegenwart in letztern konnten sie mir indefs nicht angeben. Es fehlte nicht an Gelegenheit, den beobachteten Erfolg auch auf andere Art auszulegen, und ich läugne nicht, dafs ich mich in Voigts Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, B. IV. S. 583., (vergl. B. VI. S. 208.), auf dergleichen berief. Das Nähere davon verdient jedoch die Weitläuftigkeit nicht, die ich auf seine ohnehin unnütz gewordene Auseinandersetzung zu verwenden hätte. Ich gehe daher sogleich zu den Versuchen, welche ich ferner anzustellen für nöthig hielt, damit die obige Frage vollkommen entschieden sey, und fange mit dem Auge an.

Man weifs aus §. 84. die Phänomene, welche bey ihm leicht und gewöhnlich zu erhalten sind. Man wendet der Bequemlichkeit wegen nur schwache Säulen dazu an, oder wenn ja stärkere, so befeuchtet man doch die Hand, die Finger, welche am andern Pol die Kette schliefsen, kaum mit mehr als Wasser. Allein, man nehme eine Säule von 100, 150 oder 200 Lagen, befeuchte die Hand für den andern Pol mit Kochsalz- oder Salmiakauflösung, armire sie mit Eisen, Messing, oder dergleichen, und schliefse nun, erst bey wenig Lagen, dann fortgehend immer bey mehreren,

bis endlich die ganze Säule im Kreifse ist. Das Auge befinde sich dabey am positiven Pole. Anfangs hat man das nemliche Blau, wie sonst; es nimmt zu, je weiter man geht, endlich aber steht es still, es trübt sich, es wird eine gemischte Farbe grüner Art daraus, doch nicht so bestimmt grün, als das vorige Licht blau war, dann entwickelt es sich zu Gelb, u. s. w., bis es endlich das herrlichste Roth, und von einer Intensität, ist, wie man es bisher selbst am negativen Pole noch nie gesehen haben wird. Trennt man jetzt nach einiger Zeit angehaltener Schliefsung die Kette, so hat man, statt des bey schwächerer Wirkung gewöhnlichen Roths (s. §. 84.), jetzt schönes Blau zur Trennungsfarbe. Dieses wird aber bald sehr schwach, und geht durch die nemliche Art von Grün, die ich vorhin beschrieb, in schwaches Gelbroth oder Roth über, in welchem dann das Phänomen erlischt. Der ganze Vorgang vom Augenblicke der Trennung an ist die Geschichte kaum einiger Sekunden.

Befindet man sich am negativen Pol, und verfährt auf die gleiche Weise, so fällt der Versuch etwas schwerer, und man braucht mehr Lagen, bis der Wendepunkt eintritt. Er tritt aber wirklich ein, und statt des gewöhnlichen Roths bey schwacher Wirkung, hat man, nach einem Uebergange durch Grün, das lebhafteste Blau. Oeffnet man die Kette, so bekommt man zur Trennungsfarbe erst Roth, statt Blau, es geht aber bald durch einen Schein von Grün über in schwaches Blau, und in dem erlischt auch dieses Phänomen.

Diese Versuche sind schwer, und kosten viele Ueberwindung, denn das Auge steht ungemein dabey

aus; doch habe ich nichts gescheut, durch öftere Wiederholung mich des Gleichbleibens ihrer Resultate durchaus zu versichern. Auch sind sie seit der Zeit schon mehreren, die Muth genug hatten, sie selbst zu wiederholen, auf dieselbe Weise gelungen.

§. 94.

Meine ferneren Untersuchungen betrafen den durch die einzelnen Pole der Voltaischen Säule zu erregenden Geschmack (§. 87.). Auch diesen gelang es mir umzukehren, und die Versuche hierüber sind etwas minder beschwerlich, als die vorigen über die Farben im Auge, sobald man nur beständig beobachtet, auf was man auch in §. 93. beym Auge schon jederzeit Acht haben muſs, nemlich das empfindlichere Sinnesorgan, hier die Zunge, zuerst anzulegen, und dann die Schlieſsung mit der Hand zu vollenden, wodurch man die Schläge, welche die Zunge (wie in §. 93. das Auge), hierbey bekommt, beträchtlich mildert; (vergl. Gilbert's Annalen, B. VII. S. 452.). Man verfahre also genau wie im vorigen §., bloſs mit dem Unterschiede, daſs statt des Auges, jetzt die Zunge beständig am einen Pol ist, während die wohl befeuchtete und armirte Hand am andern schlieſst. Die Zunge befinde sich vorerst am positiven Pol. Wie man immer mehr Lagen in den zu schlieſsenden Kreiſs nimmt, geht der gewöhnliche hier anfängliche saure Geschmack an ihm, durch einen wahrhaft neutralsalzigen, am besten dem des Kochsalzes zu vergleichenden, über in einen bittern, brennenden, alkalischen, und man kann ihn bey fernerm Steigen an der Säule hier in einer weit gröſseren Stärke haben,

als je am negativeu Pole. Auch der gewöhnliche anfängliche alkalische Geschmack, wenn die Zunge am negativen Pole ist, geht mit einer stärkern Wirkung durch jene bereits erwähnte Art von neutralsalzigem Geschmack über in einen immer mehr zu verstärkenden sauren. Man fühlt sodann das Brennen und Stechen, was man bey schwächerer Wirkung an diesem Pole hat, fast gar nicht mehr, und hält recht gut im Bade dieser hohen Action aus. Beyde Arten des Geschmacks bleiben und halten so lange an, als die Kette geschlossen ist. Bey der Trennung endlich wechselt der alkalische Geschmack am positiven Pol mit einem sauren, der aber nur kurze Zeit dauert, sehr schnell abnimmt, und durch die neutralsalzige Nuance in einen schwächern alkalischen übergeht, in welchem dann alle Empfindung, so weit sie sich als Geschmack ausdrückt, verschwindet. Auf gleiche Art geht der saure Geschmack am negativen Pol bey der Trennung über in einen alkalischen, der aber ebenfalls bald schwächer wird, und durch die erwähnte mittlere Nuance sich in einen sauren verliert, in dem dann die Geschmacksempfindung endet.

§. 95.

Gern hätte ich nun auch auf die Organe des Gehörs und Geruchs eine stärkere Action angewendet, als ich es bisher gethan hatte; von diesen Versuchen aber mufste ich abstehen. Wer in Gilbert's Annalen B. VII. S. 460—466. gelesen hat, mit welchen Beschwerden schon eine Action von nur 20 La-

gen für die Nase, und von nur 40 für das Ohr, verbunden war, wird mich entschuldigen. Ich habe es zwar später wagen müssen, gegen 100 Lagen durch die Nase, und 200 durch die Ohren, schlagen zu lassen, allein ich hatte doch, worauf sehr viel ankommt (vergl. §. 92.), von der schliefsenden Hand höchstens etliche Finger, und blofs mit Wasser befeuchtet, auch ohne sie weiter zu armiren. Zwischen den Schlägen unter solchen Umständen, und denen, wie sie in §. 92 bis 94. bey mit Kolchsalz oder Salmiak genäfsten und aufserdem noch gut mit Metall armirten Händen erhalten werden, und hier eben so gut, wie dort, zur Erreichung des vorgesetzten Zwecks nöthig seyn möchten, ist ein sehr grofser Unterschied. Jene schwachen aber sind das Höchste gewesen, was ich in Nase und Ohr auszuhalten noch im Stande gewesen bin. Bey diesen beyden Sinnesorganen bin ich also noch nicht dahin gekommen, wohin ich mit den übrigen es wohl bringen konnte. Doch spricht, was bis jetzt an ihnen zu erhalten war, keinesweges dagegen, dafs nicht auch sie, bey einst möglich werdenden Versuchen, sich auf die nemliche Art verhalten werden, wie ihre Nachbarn, indem sich erweisen läfst, dafs die stärkste Action, welche sie betraf, und bey deren Einwirkung man mit Aufmerksamkeit zugegen war oder seyn konnte, verhältnifsmäfsig immer noch geringer war, als die, bey der in §. 92 bis 94. die Phänomene sich auch nur zu wenden anfingen, ohne wirklich schon die umgekehrten geworden zu seyn. Uebrigens weifs man aus §. 85 und 86. zu berechnen, was der Erfolg seyn würde, wenn die hier zurückgebliebenen Versuche dereinst wirklich noch ausgeführt werden könnten. Aussichten

zu der doch nicht ganz zu leugnenden Möglichkeit werden sich nachher noch ergeben.

§. 96.

Ein gutes Mittel, und zugleich ein instructives, die in §. 92. bis 94. erwähnte Umkehrung der verschiedenen Sensationen nach und nach bey einer bis zu einem gewissen Grade immer schwächeren Action, als der beym ersten directen Versuche dazu erforderlichen, herbeyzuführen, ist, dafs man den Finger oder die Hand in §. 92., das Auge in §. 93., oder die Zunge in §. 94., erst mit einer beliebigen Anzahl oft wiederholter einzelner Schläge eine Zeitlang behandelt, und dabey mit dem hierzu genommenen Stück der Säule selbst, was man anfangs klein nimmt, nach und nach steigt, ehe man an die Verfolgung des Versuchs, wie in den genannten §§. die Anweisung dazu gegeben ist, um dabey zu beobachten, geht. Diese schwächere Action nimmt zuerst blofs die bedingte Erregbarkeit, gerade die, deren Gegenwart es macht, dafs die umgekehrten Phänomene, als welche nur Producte der Einwirkung auf die sogenannte unbedingte sind, nicht sogleich, und bey jedem Grade der Action, hervorkommen können, in Anspruch, beschäftigt sie, und schwächt oder deprimirt dieselbe auf einige Zeit oder so lange, als der Organismus das entstandene Derangement nicht aus sich völlig wieder aufgehoben hat, mehr oder minder. Während diesem Geschwächtseyn ist ein kleinerer Reiz erforderlich, diese bedingte Erregbarkeit für den Augenblick des Eingriffs in das Organ zu beschäftigen, und früher greift ein stärkerer in die gleichsam hinter dieser liegende unbedingte um-

gekehrte Erregbarkeit, diejenige, die, auf Muskeln bezogen, die der Extensoren genannt werden würde, über. In den Versuchen am Auge (§. 93.) besonders ist dieses Mittel von bedeutendem Nutzen; ich habe es oft durch dasselbe dahin gebracht, nur die Hälfte der sonst zur Umkehrung der Farben gewöhnlichen Lagen nöthig zu haben. Auch schon, wenn man längere Zeit nach einander mit den Versuchen beschäftiget ist, wird man, ohne gerade sich des angegebenen Mittels absichtlich zu bedienen, bemerken, daſs sie immer um so besser und leichter gelingen, je länger man schon mit ihnen beschäftiget ist. Der abstumpfende Einfluſs der Action auf die bedingte Erregbarkeit des Organs hat sich hier stillschweigends von selbst geübt.

§. 97.

Ich habe in den Versuchen, welche ich über Umkehrung der verschiedenen Sensationen durch bloſse Steigerung des Grades der Action angestellt und hier beschrieben habe, selbst an den Sinnesorganen, an welchen ihre Anstellung wirklich gelang und gelingen konnte, noch manches unberücksichtiget gelassen, was, wenn die Untersuchung ganz vollständig seyn sollte, allerdings mit in Obacht genommen werden muſste. Ich rechne hierher z. B., was ich oben in §. 84. bey Gelegenheit des Auszugs meiner älteren Beobachtungen am Auge in der Sphäre seiner bedingten Erregbarkeit, — die man auch kürzer, und nicht so leicht etwa eine falsche Deutung veranlassend, die erste, so wie die unbedingte die zweyte, nennen könnte, da wirklich die „bedingte" überall zuerst,

und die „unbedingte" zum zweyten, in Anspruch genommen wird, weggelassen habe, und man in Gilbert's Annalen B. VII. S. 469—472. beschrieben findet. So interessant es aber auch wäre zu wissen, in wiefern die Kraft des positiven Pols der Säule, das Auge, so lange es im Kreifse ist, Gegenstände undeutlicher, verwischter, und dabey kleiner, des negativen aber, es sie bestimmter, in schärfern Umrissen, und dabey gröfser, sehen zu lassen, u. s. w., auch bey den höhern Graden von Action dieselbe bliebe oder nicht, so rein unmöglich ist es mir doch gewesen, des Vielen, was die Augen schon bey den vorigen Versuchen zu leiden hatten, und besonders der Störungen wegen, die der durch die höhere Action so heftig erregte Thränenflufs, der das Auge wie in einem beständigen Bade erhält, alle Augenblicke macht, indem so jedes Bild unaufhörlich verzerrt wird, und nie in einer tauglichen Reinheit dasteht, zum Besitze guter Beobachtungen darüber zu gelangen. Ich mufs dies mehr bedauern, als den in §. 95. bemerkten Mangel von Umkehrungsversuchen überhaupt — an Nase und Ohr, da hier die Prämissen zu dem Schlusse auf das, was geschehen seyn würde, wenn der Versuch möglich gewesen wäre, nicht in dem Maafse vorhanden sind, als dort. Es hat sich nemlich bey den Versuchen am Auge in §. 93. etwas ereignet, was ich nicht voraus vermuthet hätte, und wovon ich nicht weifs, ob dieses, oder das in §. 93. Angeführte, mit dem in diesem §. noch als fehlend Angezeigten in bestimmendem Zusammenhange stehe, oder ob auch vielleicht gar keines davon. Zur Zeit der bedingten Erregbarkeit nemlich, bringt, wie

in §. 84. bemerkt, der positive Pol der Säule (bey der Schliefsung), neben dem Blau, noch eine Vermehrung der im Auge von Natur vorhandenen Lichtmasse überhaupt, einen positiven Lichtzustand, der negative Pol, neben dem Roth, noch eine Verminderung der Lichtmasse, einen negativen Lichtzustand, hervor. Ich hätte nun geglaubt, und wohl jeder mit mir, dafs, wie bey höherer Action das Blau am positiven Pol durch Grün in Roth überging, auch der positive Lichtzustand des Auges wieder abnehmen, und durch ohngefähr den gewöhnlichen, ohne alle Action der Säule u. s. w. in ihm vorhandenen (s. m. Beweis, dafs ein best. Galv. den Lebensprocefs im Thierreiche begleite. S. 92.), in einen negativen, eben so, dafs, wie bey solcher höheren Action das Roth am negativen Pol in Blau überging, auch der negative Lichtzustand in einen positiven übergehen werde, und zwar genau zur gleichen Zeit. Allein dies geschah ganz und gar nicht. So weit ich auch mit der Action stieg, und so hoch auch schon am positiven Pol das Roth, am negativen das Blau, geworden war, so war doch der positive Lichtzustand an jenem, und der negative an diesem Pol noch derselbe, ja er hatte sogar fortgefahren, zuzunehmen. Dafs also der Zustand des Beobachteten beym höchsten Grade von Action, dem das Auge unterworfen wurde, am positiven Pole Roth mit sehr starker Lichtvermehrung, am negativen Blau mit sehr starker Lichtverminderung, und folglich in Hinsicht auf die Verbindung von Licht oder Hellung mit Farbe, der völlig umgekehrte von dem bey niederer Action, wo Roth mit Lichtverminderung, und

Blau mit Lichtvermehrung vorkommt (s. §. 84.), war. Vielleicht, daſs folgende Beobachtungen, die nicht buchstäblich Galvanische sind, aber doch ihrer übrigen Natur wegen ohnehin völlig hierher gehören, nähere Aufschlüsse über dieses Paradoxon geben.

§. 98.

Was ich bisher über entgegengesetzte Erregbarkeiten, die Folge, in der sie von Galvanischen Reizen nach einander in Anspruch genommen werden, u. s. f., beobachtet hatte, brachte mich, namentlich in Bezug auf das Auge, auf die Frage: ob nicht alles, und so auch das alltägliche Sehen von Farben durch dasselbe, zunächst von einer Einwirkung auf die bedingte, die erste Erregbarkeit (vergl. §. 97.), die, welche, wo Muskeln waren, die der Flexoren hieſs, herrühre, und ob, wenn man diese Erregbarkeit geschwächt oder auch erschöpft hätte, nun nicht die umgekehrte, unbedingte, zweyte, die, welche, wo Muskeln sind, die der Extensoren heiſst, auftrete, und alles umgekehrt würde, so daſs, was vorhin blau, jetzt gelb oder roth, was vorher gelb oder roth, jetzt blau erschiene. Ich glaubte zu solchen Schwächungen der ersten Erregbarkeit zunächst das Verfahren geschickt, wie man es bey den bekannten Darwin'schen Augentäuschungsversuchen anwendet, über die ich nicht lange zuvor viel gearbeitet hatte. Ich vermuthete, durch länger als gewöhnlich angehaltenes Sehen auf starke Farben, nachdem sie endlich dem Auge verschwunden wären, es zuletzt wirklich bis zum Sehen der entgegengesetzten

zu bringen, (es versteht sich: ohne das Auge vom Gegenstand wegzuwenden), indem ich eben jenes völlige Verschwinden der vorigen Farbe schon für Folge einer temporären Unterdrückung obiger erster Erregbarkeit, die so weit gediehen wäre, daſs das Licht vom Gegenstand bereits in die zweyte Erregbarkeit übergriffe, sich also schon die Producte der Erregung beyder, als Entgegengesetzte, im Zusammenfassen durch den Sinn, in dem neutralen Weiſs oder Grau, was der Gegenstand nach dem Ausbleichen zu zeigen scheint, darstellten, hielt. Es würde, dachte ich, nun nur noch einer etwas fortgesetzten Einwirkung des Lichts des Gegenstandes auf dieses Auge bedürfen, um endlich jene erste Erregbarkeit fast oder völlig aus dem Spiele zu bringen, und so das Resultat der Wirkung auf die zweyte, mehr oder weniger für sich allein zu haben, wo dann natürlich das Papier, das Siegellack z. B., was anfangs roth, dann bleich oder grau, gesehen hätte, endlich blau erscheinen müſste. Doch dahin konnte ich es auf diesem Wege nicht bringen. Ohngeachtet eines bis 30 Minuten starr angehaltenen Sehens auf den Gegenstand, und der lebhaftesten Farben, die sich finden lieſsen, trat doch von einer Umkehrung der Farben noch immer nichts ein. Noch weniger hatte ich, was man etwa, dem gewöhnlichen Gange der Augentäuschungen gemäſs, ferner vermuthet haben könnte, beym Wegsehen nachmals die umgekehrte Täuschung von der gewöhnlichen. Alles, was ich erhielt, war, daſs Gegenstand und Umgebung zu einem gleichen Teint kamen, über den es aber nicht hinausging, und was die Täuschung selbst betrifft, so war sie anfangs schwächer, und

wurde erst nach einiger Zeit stärker, auch sehr stark, blieb aber durchaus die gewöhnliche.

§. 99.

Mit den vorigen Versuchen hatte ich nun zwar meinen Zweck noch nicht erreicht, indeſs war die Ursache davon, nachdem sie einmal angestellt waren, nicht schwer aufzufinden. Sehr wahrscheinlich nemlich war der Eindruck des Lichts doch zu schwach gewesen, um die erste Erregbarkeit wirklich so weit zu schwächen, als es zu Anfange des vorigen §. gefordert wurde, und obschon das völlige Ausbleichen des Gegenstandes in der That bereits Resultat des Gleichgewichts seyn mochte, in welches die Erregung des Auges zu Folge der ersten Erregbarkeit, mit einer andern hinzugekommenen zu Folge der zweyten, getreten war, so war doch wohl dieses eben die Grenze, bey welcher die Wirkung darum stille stand, weil, der Schwäche des einwirkenden Lichts wegen, die erste Erregbarkeit gerade noch Zeit und Vermögen genug hatte, sich immer von neuem wieder bis dahin zu erholen, wo das Product aus ihr und dem sie treffenden Reiz, dem aus der zweyten Erregbarkeit und dem diese treffenden Theile des Reizes, das bemerkte Gleichgewicht forthielt. Es bedurfte also noch immer vielleicht nur eines s t ä r k e r e n Reizes, um dennoch an das gewünschte Ziel zu kommen. Auch habe ich es in der That erreicht; das Mittel dazu war das ungeschwächte L i c h t d e r S o n n e s e l b s t.

Es war in der letzten Hälfte des Octobers 1804, als ich, bey einem vorzüglich klaren Himmel, mit durch äuſsere Hülfsmittel offengehaltenem Auge, so

starr als möglich geradezu in die Sonne sah, und damit, aller nach und nach im Grunde des Auges entstehenden Empfindung, als brenne der Focus einer Linse darauf, ohngeachtet, 10, 15, ja bis 20 Minuten fortfuhr. Darauf wandte ich das Auge schnell auf ein rundes wohl gegen 20 Quadratzoll haltendes Stück sonst brennend rothes Papier. Das ganze Papier erschien im tiefsten Indigoblau, doch, und ganz entwickelt, erst nach einiger Zeit, denn im ersten Augenblicke war ich blind. Nach und nach fingen die Ränder dieser Fläche an matt zu werden, und durch eine schnell vorübergehende Nuance von mehr Grau als Grün sich in ein schwaches Roth zu verwandeln, was nun immer mehr zunahm, dem aber eine lange Zeit noch viel daran fehlte, so lebhaft zu seyn, wie das des Papiers vor dem Versuch. Wäh—end diesem zog sich der gewordene blaue Kreiſs immer mehr ein, wurde auch ein wenig matter, und das Roth trat immer weiter herein. So fuhr das Ganze fort, bis, nach Umständen, nach 5 oder auch erst 10 Minuten und später, endlich ein blauer Fleck von etwa 3 bis 4 Linien Durchmesser zurückblieb, der nun keiner weitern Reduction mehr fähig schien, die schnell vor sich gegangen wäre. Gegen das Ende des Zurückziehens des blauen Kreiſses aber trat noch eine neue Erscheinung ein. In der Mitte des Blau bildete sich eine helle Stelle, die nach und nach in Feuergelb überging, und endlich wie ein glänzendes rundes Flämmchen in jenem stand, welches auf dem schönen blauen Grund gesehen, ein herrliches Phänomen war.

Ich wiederholte den Versuch mit dem andern Auge, um auf Blau zu sehen. Hier kostete es aber

mehr Mühe, wie vorhin, um auf ein scharfes Resultat zu kommen, um so mehr, da man sehen wird, wie die Raummaafse des Ganzen hier andere waren. Ich sah das (blaue) Papier, nach einer ähnlichen kurzen Pause des Gar-nicht-sehens, wirklich Roth; aber bey weitem nicht in der Höhe, wie vorhin das rothe Blau; es war etwa hoch Rosa. Nach der Seite ging auch dieses Roth durch eine Art von Verwaschung nach und nach in Blau, nur in ein schwächeres, als das des Papiers vor dem Versuch, über. Aber, was die Form dieses Phänomens von dem vorigen unterschied, war, dafs, sogleich vom ersten Augenblick an, in der Mitte des Roth ein blauer und hier sehr dunkler Kreifs, von wohl 1 Zoll Durchmesser und darüber, zugegen war. Dieser schwand ein, wie auch das Roth sich einzog, bekam oder hatte dasselbe gelbe Pünktchen oder Flämmchen in der Mitte, wie der im vorigen Versuch, wurde immer kleiner und kleiner, das Roth um ihn immer enger und enger, dabey aber gedrungener und lebhafter; endlich war das gelbe Pünktchen in der Mitte des Blau so klein, dafs es nur so eben noch zu erkennen war. Zuletzt hatte der zurückgebliebene rothe Kreifs mit dem blauen in der Mitte, und dem ganz kleinen gelben Pünktchen in dieses seiner Mitte, zusammen etwa denselben Durchmesser noch, wie oben die blaue Erscheinung mit der gelben in der Mitte, d. i. 3 bis 4 Linien.

Beyde Versuche habe ich oft wiederholt, und das Erzählte ist der Erfolg, bey dem es blieb. Auch ist er selbst übrigens so, dafs ich allerdings glauben mufs, er enthalte, was ich suchte. Zwar scheint noch mehr

in ihm zu seyn: — die inwendigen Farben jeder Erscheinung, das neue Roth im Blau, das neue Blau im Roth, das helle gelbrothe Pünktchen in jenem Blau wieder, wie auch zuweilen ein ähnliches dunkles blaues Pünktchen in diesem Roth wieder; — sie nahmen indeſs den bey weiten kleinsten Raum des Ganzen ein, weſshalb die äuſsern groſsen blauen Kreiſse auf Roth, und die rothen auf Blau, immer die Hauptsache bleiben, und wir uns hier in die nähere Untersuchung des Grundes jener innern Nebenfarben, so interessant sie auch sonst werden möchte, nicht weiter einlassen.

Die Veränderungen, welche ein so starkes und anhaltendes Licht im Auge bewirkt, sind von ziemlicher Dauer, und der Organismus muſs sie nicht so leicht wieder heben können. Noch jetzt, nunmehr über 3 Monate nach der Anstellung jener Versuche, habe ich in jedem Auge eine Stelle, die anfängliche, mit der mir alles Gelbe und Rothe Blau, alles Blaue Roth oder Gelbroth erscheint, doch nur noch schwach, so daſs es sehr verdünnte Farben sind, und ich mehrere Sekunden auf den Gegenstand hinsehen und aufmerken muſs, ehe sich das jedesmalige Bild entwickelt. Die Gröſse desselben aber ist nur wenig unter die, mit welcher es schon 10 bis 15 Minuten nach dem Versuch zurück zu bleiben pflegte, gekommen. Auch ist die Abnahme jener Veränderung im Auge, die Wiederherstellung desselben, äuſserst langsam vor sich gegangen. Die gefärbten Gegenstände, (wohin sogar auch gefärbte Schatten gehörten), zu den vorigen Versuchen, waren angesehen von der gewöhnlichen Sehweite aus. Betrachtete ich sie in gröſserer Nähe, so war die jedesmalige farbige Erscheinung kleiner, war

ich aber weiter von ihnen entfernt, im Verhältniſs dieser Weite gröſser, (wie denn das auch gegenwärtig noch so ist). Mehrmals nun ist es mir in den ersten Tagen nach den Versuchen begegnet, daſs ich, mit andern Dingen beschäftiget, erschrocken bin, wenn ich die Flamme am Licht, das Feuer auf dem Heerde oder im Ofen, und gleich beym ersten darauf geworfenen Blick, in Entfernungen von mehrern Schritten, im schönsten Blau des brennenden Schwefels erblickte, und wirklich an solchen dachte. Erst nach 10 bis 12 Tagen war dies vorüber, und nur noch bey einiger Aufmerksamkeit sahe ich später an den dünneren Theilen einer schwachen Flamme, ein mattes Blau. Das gelbe und blaue Pünktchen aber aus dem mittleren blauen und gelbrothen Kern des gröſsern rothen und blauen Kreiſses, war schon sehr früh ganz weg, und ich habe seitdem beständig bloſs noch Roth mit Blau, und Blau mit Roth in der Mitte, mit langsam fortgehender Abnahme der Intensität beyder, gehabt.

§. 100.

Ich habe im vorigen §. bloſs erwähnt, was der Erfolg war, wenn ich mit den durch die Sonne stark abgestumpften Augen farbige Gegenstände besah. Was sie aber noch interessanter macht, und das giebt, was ich am Schlusse des §. 97. von ihnen versprach, ist die Art, wie solche Augen sich gegen Weiſs und Schwarz verhalten. So ohne weiteres sollte man vermuthen, daſs sie auch dieses umkehren, und statt Weiſs Schwarz, statt Schwarz aber Weiſs, geben würden. Sie thun dies aber nicht, sondern nehmen beyde wieder als Farbe, und zwar das Schwarz als Gelb oder

in ihm zu seyn: — die inwendigen Farben jeder Er-
scheinung, das neue Roth im Blau, das neue Blau i
Roth, das helle gelbrothe Pünktchen in jenem B
wieder, wie auch zuweilen ein ähnliches dunkles b
Pünktchen in diesem Roth wieder; — sie nahm
deſs den bey weiten kleinsten Raum des Gan
weſshalb die äuſsern groſsen blauen Kreiſse a
und die rothen auf Blau, immer die Haupt
ben, und wir uns hier in die nähere U
des Grundes jener innern Nebenfarben, s
sie auch sonst werden möchte, nicht weit

Die Veränderungen, welche ein
anhaltendes Licht im Auge bewirkt,
cher Dauer, und der Organismus n
leicht wieder heben können. Noc
über 3 Monate nach der Anstell
habe ich in jedem Auge eine Ste
mit der mir alles Gelbe und Rot
Roth oder Gelbroth erscheint, d
so daſs es sehr verdünnte Farb
rere Sekunden auf den Gegens
merken muſs, ehe sich das j
Die Gröſse desselben aber i
welcher es schon 10 bis
auch zurück zu bleiben
die Abnahme jener Verä
herstellung desselben,
gangen. Die gefärbt
auch gefärbte Schatte
suchen, waren ang
weite aus. Betrac
war die jedesmali

n sehen sollte, bestimmte die bedingte Er-
Nachdem sie weggefallen, ist das Sehen
r Einwirkung auf die unbedingte. Was
d auch hier noch fortgesehen, aber
h, Roth blau. Schwarz und Weiſs
n beyden mehr gesehen, son-
nzelne Farbe. Zum Sehen
gehört also mehr, als
der jener Erregbarkeit
men, und im rech-
en sind, nur dann
Daseyn bey-
nen in Acti-
Schwarz, während
en schon eine hin-
re Art, ob sie erste oder
unbedingte, bestimmt wird, in
gebene Gegenstand erscheinen soll,
nde dies auf §. 97. an. — Das Sonder-
ar, daſs nur die Farben sich umkehrten,
zustände aber dieselben blieben, so hoch auch
tion stieg. Diese Lichtzustände aber waren, —
Farbe, die sich ohnehin schon als etwas von ihnen verschiedenes und Unabhängiges zeigten, abgerechnet, — bloſse Vermehrungen und Verminderungen des indifferenten ungefärbten weiſsen Lichts. Es muſs auſser dem Einflusse im Kreiſse der Säule, der am einen Pol diese, am andern jene Farbe gab, noch ein anderer zugegen seyn, der keine Farbe giebt, sondern bloſs das ohnehin schon beständig im Auge vorhandene ungefärbte weiſse Licht an diesem Pole erhöht, vermehrt, an jenem vermindert. Man könnte sagen, er setze am

Roth, und das Weiſs als Blau, indem sie ersteres blau, und letzteres roth wiedergeben. Die Stelle im Auge, welche bis zum Verkehrtsehen der Farben gekommen ist, hat, wie es scheint, für Weiſs und Schwarz gar keinen Sinn mehr; sie verwechselt sie nicht einmal. Das Weiſse sieht ihr roth, das Schwarze blau, in der Mitte des Roth bildet sich der kleine blaue Kreiſs mit seinem gelben Pünktchen in der Mitte, und in der Mitte des Blau der kleine rothe Kreiſs, zuweilen, doch selten, wieder mit einem blauen Pünktchen in der Mitte. Alles ist, wie wenn man Blau und Roth angesehen hätte. Was von Unterschied da ist, betrifft bloſs den Grad der Intensität der Erscheinung. Uebrigens ist die Geschichte der Abnahme dieser Veränderung der Augen für Schwarz und Weiſs, mit der für Farben (§. 99.) völlig dieselbe gewesen*).

§. 101.

Diese letztern Beobachtungen müssen auf die Vermuthung bringen, daſs schon das gesunde natürliche Auge beym Sehen von Schwarz und Weiſs auf ganz andere Art beschäftigt sey, als bey dem von bloſsen Farben. Ohnstreitig nemlich hat der starke Reiz des ungeschwächten Sonnenlichts die bedingte Erregbarkeit des Auges sehr geschwächt, ja für einige Zeit fast aufgehoben. So lange sie noch da war, sah man Weiſs als Weiſs, und Schwarz als Schwarz; wie man die

*) Mehrere andere hier überflüssige Versuche mit durch starkes Sonnenlicht abgestumpften Augen wird man in Gilbert's Annalen, B. XIX., finden.

Farben sehen sollte, bestimmte die bedingte Erregbarkeit. Nachdem sie weggefallen, ist das Sehen ein Product der Einwirkung auf die unbedingte. Was Farbe heiſst, wird auch hier noch fortgesehen, aber umgekehrt, Blau roth, Roth blau. Schwarz und Weiſs aber wird als keines von beyden mehr gesehen, sondern von jedem nur eine einzelne Farbe. Zum Sehen von Weiſs und Schwarz gehört also mehr, als bloſs das Vorhandenseyn dieser oder jener Erregbarkeit allein, nur wenn beyde zusammen, und im rechten Verhältniſs zu einander, zugegen sind, nur dann hat es Statt; vom gleichzeitigen Daseyn beyder hängt es ab, und beyde scheinen in Activität, wenn man Weiſs sieht oder Schwarz, während zum Sehen von einzelnen Farben schon eine hinreicht, und bloſs durch ihre Art, ob sie erste oder zweyte, bedingte oder unbedingte, bestimmt wird, in welcher der gegebene Gegenstand erscheinen soll, u. s. w. Ich wende dies auf §. 97. an. — Das Sonderbare dort war, daſs nur die Farben sich umkehrten, die Lichtzustände aber dieselben blieben, so hoch auch die Action stieg. Diese Lichtzustände aber waren, — die Farbe, die sich ohnehin schon als etwas von ihnen Verschiedenes und Unabhängiges zeigten, abgerechnet, — bloſse Vermehrungen und Verminderungen des indifferenten ungefärbten weiſsen Lichts. Es muſs auſser dem Einflusse im Kreiſse der Säule, der am einen Pol diese, am andern jene Farbe gab, noch ein anderer zugegen seyn, der keine Farbe giebt, sondern bloſs das ohnehin schon beständig im Auge vorhandene ungefärbte weiſse Licht an diesem Pole erhöht, vermehrt, an jenem vermindert. Man könnte sagen, er setze am

einen (dem positiven) Weiſs, am andern (dem negativen) Schwarz, was denn, zu dem von selbst vorhandenen Licht sich hinzuaddirend, die bemerkte bloſse Vermehrung und Verminderung von Licht gebe. Auch wird diese Action, der Pol der Säule, welcher Weiſs setzt, nur vermöge des Daseyns beyder Erregbarkeiten, und eben so der andere Pol derselben, welcher Schwarz setzt, nur vermöge dieses Gesammtdaseyns beyder, dieser sein Schwarz oder seine Lichtverminderung, jener sein Weiſs oder seine Lichtvermehrung setzen, während der polarische Einfluſs der Säule, welcher nur auf Farbe ausgeht, dazu fürs erste bloſs die eine, die bedingte Erregbarkeit, in Anspruch nimmt, und erst, wenn er gröſser ist, als der Theil, von dem diese Erregbarkeit Gebrauch machen kann, mit seinem Ueberschusse hierüber in die andere, die unbedingte, eingreift, hier die umgekehrte Farbe setzt, und sie, sobald das Product der Erregung des letzten Falles gröſser, als das des erstern ist, zur herrschenden, mehr oder weniger rein und allein erscheinenden, erhebt, im Grunde also immer nur eine Erregbarkeit dazu nöthig hat. — Daſs aber, bey den Versuchen mit der Säule, ohngeachtet schon das Product der Erregung der zweyten, unbedingten Erregbarkeit das Uebergewicht bekommen hat, doch der Sinn für Weiſs und Schwarz (für hell und dunkel) noch zugegen ist, und diese sogar mit dem Zunehmen jenes Uebergewichts auch noch zunehmen, erklärt sich daraus, daſs der Theil der Action, welcher die bedingte Erregbarkeit beschäftiget, sie doch nur beschäftiget, ohne sie etwa schon zerstört zu haben, welches, wenn es

Statt hätte, jede Beschäftigung ihrer ausschliefsen, und so z. B. es unmöglich machen würde, dafs, wie man mit der Action plötzlich fällt, auch sogleich doch wieder nur die Phänomene der blofsen bedingten Erregbarkeit zum Vorschein kommen, oder auch, dafs, wenn man trennt, nach der Trennungsfarbe, welche die unbedingte (zweyte) Erregbarkeit giebt, doch noch (s. §. 93.) die der bedingten (ersten) erscheint. Erst vielleicht, wenn man sehr lange im Kreifse einer sehr stark wirkenden Säule mit den Augen verweilte, würde diejenige temporäre an Zerstörung grenzende Schwächung der ersten Erregbarkeit eintreten können, die in §. 100. der lange heftige Einflufs des Sonnenlichts wirklich zu Stande brachte, und zur Folge haben, was sich für diesen Fall leicht vorausbestimmen läfst: eine nach und nach heranwachsende Unfähigkeit des Auges, durch die Säule die verschiedenen Lichtzustände überhaupt in sich hervorbringen zu lassen, also eine immer weiter gehende Abnahme der anfangs vorhandenen, bis sie zulezt ganz auf Null zurückkommen, ohne aber, als wozu die Gründe fehlen würden, später je noch in entgegengesetzte überzugehen.

§. 102.

Einmal in Untersuchungen über das Sehen begriffen, wage ich, sie noch weiter fortzusetzen, in sofern die im Vorigen angeführten Beobachtungen mir dies erlauben. — Es hiefs, das Erkennen des Weifs und Schwarz hänge von einer höhern Bedingung ab, als das von Farben: es werde dazu das Zugleichvorhandenseyn beyder Erregbarkeiten erfordert. Ohne Zwei-

ſel werden sie also beyde dabey thätig seyn, statt daſs bey Farben schon eine von ihnen, im gewöhnlichen gesunden Zustande des Auges die bedingte oder erste, und nach der Zerstörung dieser durch heftige Reize die unbedingte oder zweyte für sich allein, dazu hinlänglich ist. Wie aber könnten, wo, (für Weiſs und Schwarz), beyde thätig sind, sie dies anders, als eben durch Erregung, und wie, da einzeln jede nur für Farben in Erregung setzbar ist, auch anders dann, wenn sie beyde zugleich darein versetzt werden. Es entsteht die Nothwendigkeit, selbst die Erscheinung von Weiſs und Schwarz im Auge für eine Folge von in ihm hervorgebrachten Farben anzusehen. Wir bleiben zunächst beym Weiſs stehen, und zeigen vorerst, oder machen vielmehr, da es aus alten alltäglichen Erfahrungen längst gefolgt hat, nur von neuem darauf aufmerksam, daſs wirklich das reine ungefärbte sogenannte weiſse Licht, ganz abgesehen noch von der Erregbarkeit, und der verschiedenen, des Auges, sich schon nach physikalischen Gesetzen bey seiner Aufnahme von letzterem, in Farben aus einander begeben müsse. Bedienen wir uns, zum bessern Verständniſs, ganz der gewöhnlichen Sprache der Schule.

Das Licht wird, um gesehen zu werden, vom Auge, von der Retina, verschluckt, gerade wie dasselbe, um in andere Körper zu wirken, von ihnen aufgenommen und verschluckt, mit ihnen verbunden, werden muſs. Die Netzhaut, oder wie der Körper heiſse, zieht hierzu das Licht an. Nicht auf alle Theile des Lichts aber übt er eine gleiche Anziehung aus: unter den sichtbaren Strahlen wird der violette am

meisten gezogen, dann in der Ordnung fort die blauen, die „grünen", die gelben, immer weniger, und endlich die rothen am allerwenigsten. Die Phänomene der Brechung und Beugung des Lichts lehren dieses zur Genüge; wir verdanken das ganze Farbenbild dieser Stufenfolge der Anziehung. Auch ist kein ungefärbter, (oder auch gefärbter) Körper, (sobald er neben dem gefärbten Lichte nur noch auch ungefärbtes, weifses, durchläfst oder aufnimmt), bekannt, der eine andere befolgte. Wir denken uns jetzt einen solchen Körper als aus mehreren Schichten, *a*, *b*, *c*, *d*, u. s. f., bestehend, deren Dicke der Vorgang selbst giebt, und lassen das Licht senkrecht auf ihn einfallen. In der obersten äufsersten Schicht *a* werden die Strahlen aus dem Lichte angezogen und ausgesondert werden, für welche der Körper selbst die meiste Anziehung hat, die violetten. Die übrigen Strahlen gehen weiter nach *b*, wo wieder die anziehbarsten von ihnen abgeschieden werden, etwa die blauen. Der Rest kommt nach *c*, wo abermals die nun noch anziehbarsten abgesondert werden; der hier bleibende Rest geht nach *d*, — und so fort — bis endlich in *n* diejenigen Strahlen allein noch ankommen, zu welchen überhaupt die Anziehung die geringste ist unter allen: die rothen. Der Körper aber verschluckt das Licht; die Anziehung ist überall eine solche, dafs sogleich die wirkliche Verbindung erfolgt. Diese Verbindung nun ist, nach dem so eben Gesagten, nicht auf Einmal, an Einem Orte sich auf das ganze Licht erstreckend, erfolgt, sondern nach und nach; das Licht wurde zu einem förmlichen Farbenbilde aufgeschlagen, und un-

ter der Form dieses Farbenbilds wurde es, so lange Licht einfiel, verschluckt, gebunden.

Um dies mit directen Beweisen zu belegen, dürfte ich blofs daran erinnern, dafs selbst die undurchsichtigsten und lichtverschluckendsten Körper nicht absolut undurchsichtig, also in gewissem Grade doch immer noch durchsichtig sind, (— auf ähnliche Weise, als wiederum die durchsichtigsten Körper nicht absolut durchsichtig, also in gewissem Grade immer noch undurchsichtig sind —); dafs diese Durchsichtigkeit, auf die Masse des Körpers bezogen, zunimmt, wie er dünner, abnimmt, wie er dicker wird; dafs unter solchen Umständen aber schon aufs vielfältigste in Beobachtung gezogen ist, wie, je dünner die durchscheinende Lamelle ist, auch unter den noch durchgelassenen Strahlen immer mehr brechbarere, je dicker sie ist, auch unter ihnen immer weniger brechbarere, und endlich, vor der gänzlichen Verschluckung aller Strahlen, nur die rothen oder die am allerwenigsten brechbaren es sind, welche der Körper noch hindurchläfst, bis, ein wenig dicker, er auch diese vollends verschluckt, und ganz opak erscheint.

Allein es giebt auch Mittel, da wo der ganze Vorgang nicht mehr mit den Augen zu verfolgen ist, sich dennoch seines Gleichseyns mit dem angeführten zu versichern: es sind die chemischen Wirkungen des Lichts, und die Veränderungen, welche es dadurch in mehreren Körpern hervorbringt. Ich habe gezeigt, (s. Intelligenzblatt der Erlanger Literatur-Zeitung, 1801. No. 16. S. 121—123., und Gilbert's Annalen der Physik, B. XII. S. 409. u. f.), wie bey der Spaltung des Lichts in Farben, sich diese letztern

selbst auch scheiden, und mit der Seite des Farbenbilds, auf welcher das Blau oder Violett liegt, das Reductionsvermögen, mit der andern aber, auf welcher das Roth liegt, ein Oxydationsvermögen des Lichts, verbunden ist. Da überall, wo das Licht in Farben aus einander geht, sich die chemischen Potenzen desselben auf die gleiche Art lagern, so werden sie es auch in dem vorhin geschilderten Act der Absorbirung oder Verschluckung des Lichts, da diese ebenfalls unter der Form eines vollkommenen Spectrums vor sich geht, und wo man letzteres nicht mehr unmittelbar verfolgen kann, wird man sein Dagewesenseyn an der Nacheinanderfolge der chemischen Producte, die in der Masse des dem Lichte ausgesetzten und durch dasselbe veränderlichen Körpers von oben herein entstanden sind, bemerken können. Da mit den violetten Strahlen die Reduction verbunden ist, diese aber zunächst, und von der allerersten Schicht des Lichtverschluckenden Körpers absorbirt werden, so wird auch diese Reduction nach oben oder aufsen, und ferner mit den gelben oder rothen die Oxydation verbunden ist, diese aber zuletzt, und von der innersten von allen beym ganzen Acte thätigen Schichten verschluckt werden, diese Oxydation nach innen, also unter der Gegend der Reduction, vorkommen müssen. In der That aber bedarf man auch nur eines (Lichtverschluckenden) Körpers, der leicht einer Reduction und zugleich einer Oxydation fähig ist, damit der Versuch gebe, was er als ein solcher zu geben hat. Vor allem gehören hierher mehrere Silberpräparate, mit denen man also dergleichen Versuche zunächst anzustellen hätte.

Der Zufall hat es gegeben, dafs Beobachtungen der Art, wie sie hier gefordert werden, schon vorhanden waren, als ich nach ihnen fragte. Bucholz erzählt dieselben in seinen Beyträgen zur Erweiterung u. Berichtigung der Chemie. St. III. Erfurt 1802. 8. S. 125. u. f., wie folgt: — „Bey Bereitung einer Parthie kohlenstoffsauren Silbers, fand ich die Einwürkung des Sonnenlichts aufserordentlich wirksam; dermafsen, dafs die dem Sonnenlichte zugekehrte Seite des Glases, worinnen das kohlenstoffsaure Silber befindlich war, in einigen Minuten grauschwarz erschien. — Um zu sehen, was für Veränderungen das kohlenstoffsaure Silber, durch lange ungehinderte Einwirkung des Sonnenlichtes erleiden würde; so stellte ich eine abgewogene Menge gräulichtweifses kohlenstoffsaures Silber in einem flachen Serpentinmörser, mit einer Glastafel bedeckt, der ungehinderten Einwirkung der Sonnenstrahlen aus. — Es war in der Mitte des Junius, des sehr sonnenreichen Sommers 1800, als ich den Anfang damit machte. — Ehe eine Viertelstunde vergangen war, so war die Oberfläche des kohlenstoffsauren Silbers schwarzgrau. — Ich veränderte die Oberfläche desselben an diesem Tage 6mal, jedesmal mit demselben Erfolge. Das unter der Oberfläche befindliche kohlenstoffsaure Silber war nur etwas grauer als vorher geworden. Ich hoffte durch öfteres Umrühren und längeres Einwirken des Sonnenlichts, dasselbe endlich ganz schwarzgrau zu verändern, allein ohne Erfolg; denn nach 3 Monaten täglicher Einwürkung der Sonne, und täglichen 3 bis 4maligem Umrühren, erfolgte noch immer dieselbe Erscheinung: eine kaum zu mes-

sende geringe Lage der Oberfläche des kohlenstoffsauren Silbers, war schwarzgrau nach ¾stündiger Einwürkung des Sonnenlichtes; das darunter liegende, hatte immer seine graue Farbe wieder angenommen, war noch kohlenstoffsauer, und wog noch so viel als im Anfang. — Wie erklärt sich dieses scheinbare Desoxydiren und Wiederoxydiren?" — Das Vorige hat diese Erklärung gegeben, indem es den Erfolg des erzählten Versuchs gewissermaſsen vorhergesagt hatte.

Bucholz wandte sein kohlenstoffsaures Silber als trocknes Pulver an. War hier, wo das geschilderte Auseinandertreten des Lichts zu Farben, und damit auch das Auseinandergehn des chemischen Vermögens des Lichts in das ihm zugehörige Spectrum mit Reduction nach auſsen oder oben, und Oxydation nach innen oder unten, durch viele einzelne Zerstreuungen und Zurückwerfungen des Lichts an den einzelnen Theilchen des kohlenstoffsauren Silberpulvers sehr gestört, und bey weitem nicht in parallelen Richtungen und sonst so regulär, wie in andern mehr dem Continuum sich nähernden Medien, Statt finden konnte, denn doch der Ausgang des Versuchs so distinct, als Bucholz ihn gefunden und beschrieben hatte, so muſste er vollends in aller Entschiedenheit und Klarheit hervortreten, sobald die erwähnten Störungen möglichst vermieden wurden. Ich stellte deſshalb folgende Versuche an, zu denen ich das gegen das Licht wenigstens eben so, wenn nicht noch empfindlichere, und überdies in seiner Reinheit völlig weiſse salzsaure Silber, oder sogenannte Hornsilber, anwandte.

§. 103.

A. Eine Portion frischbereitetes und ganz weifses Hornsilber wurde mit destillirtem Wasser zu einem möglichst feinen Brey von ohngefähr Extractconsistenz zerrieben. Von diesem Brey brachte ich auf ihrer Oberfläche sehr ebne und fast spiegelnde Lagen von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll Breite und $\frac{3}{4}$ bis 1 Linie Dicke, auf Glastafeln*), und setzte sie mehrere Stunden hindurch der senkrechten Einwirkung einer schönen Mittagssonne aus. Während dessen waren diese Schichten fast ganz trocken geworden, und hatten auf ihrer Oberfläche diejenige starke Bräunung, oder (— wie man diese Veränderung auch schlechthin nennt, ohne sich auf die Angabe ihrer besondern Nuancen einzulassen —) Schwärzung, erhalten, die Hornsilber, dem aus allen seinen Strahlen zusammengesetzten Lichte lange ausgesetzt, beständig erhält. (Vergl. Senebier's physikalisch-chemische Abhandlungen über den Einflufs des Sonnenlichts u. s. w. A. d. Fr. Th. III. Leipzig, 1785. 8. S. 98.) Ich nahm jetzt mit einem scharfen Messer, unter solchen Vorsichten, dafs ich dabey das Innere der Hornsilberlage nicht von oben herein mit schwarzen Theilchen verunreinigte, und an einem blofs durch Kerzenlicht, (welches, selbst in Entfernungen von 8 bis 12 Zoll, erst nach einer oder mehreren Stunden, einige bedeutende Wirkung auf

*) Papierstreifen sind hierzu nicht zu gebrauchen, da sich die Hornsilberlage bey ihrem Eintrocknen von ihnen ablöfst, und so die nachherige Untersuchung sehr erschwert.

Hornsilber äufsert), erleuchteten Orte, von der Seite dieser Lage herein, unter einem Winkel von etwa 60 bis 70 Graden, eine Schicht nach der andern ab, bis ich mich ohngefähr in der Mitte der Lage, oder überhaupt da, wo die Wirkung am meisten ohne alle Seitenstörungen gewesen seyn mufste, befand. Dieser Durchschnitt, (wie schon fast jeder frühere), zeigte eine sehr geringe und nahe gleichförmige Schwärzung des Innern, die zu der Zeit entstanden seyn mufste, als das noch beträchtlich feuchte Hornsilber mehrere reducirende Strahlen noch bis auf den Boden des Glases gelangen lassen konnte. Nahe an oder unter der Oberfläche aber war diese schwache Schwärzung durch einen blendendweifsen Saum abgebrochen, der etwa $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ Linie breit (oder hoch) war, und weiter nach oben durch eine schwache neue Schwärzung schnell in die sehr starke, obschon sich beynahe nur um ein Unmerkliches nach innen erstreckende, volle Schwärzung der äufsern dem Licht zunächst ausgesetzt gewesenen Oberfläche des Hornsilbers überging. — Hier hatte sich also mit der Vertrocknung und somit zugleich Verdichtung (einem Undurchsichtigerwerden) des Hornsilbers, die anfangs sich mehr oder weniger durch und durch erstreckende Schwärzung, nach und nach bis zur Oberfläche desselben zurückgezogen; ihr folgte die Wiederoxydation des Reducirten nach, und übte sich nachher, als das Hornsilber so weit eingetrocknet war, dafs Reduction und Oxydation, aus Ursache der nun auf eine gewisse Gegend eingeschränkten Sonderung des Lichts in Farben und seines chemischen Vermögens in das oxydirende und reducirende, ebenfalls ihre festen Stände erhalten

hatten, an dem ihr zugefallenen mit ganzer Stärke, d. i. sie bleichte, was von der vorherigen Schwärzung auf ihre gegenwärtige Gegend fiel, vollkommen wieder aus.

B. Ich rieb einen Theil des im vorigen Versuche gewesenen Hornsilbers von neuem mit Wasser zum Brey, trug diese jetzt schon vor dem weitern Versuch durch und durch schwärzliche Mischung auf Glas, und verfuhr überhaupt wie vorhin. Hier war, bey der Untersuchung auf in *A* angegebene Art nach dem ziemlichen Vertrocknen des Hornsilbers, eine Zunahme der Schwärzung im untern gröſsern Theile der Lage, nicht wohl zu bemerken, dagegen hatte die Oberfläche derselben die nemliche sehr starke Schwärzung, wie in *A*, und gleich unter ihr befand sich eine eben so völlig wieder ausgebleichte und rein weiſse Schicht, und von derselben Dicke, wie dort.

C. Ich rieb gehörig feuchtes vorher schon ziemlich dunkel gewordenes Hornsilber in einem gläsernen Mörser, unter beständiger Einwirkung eines starken Sonnenlichts so lange, bis ich keine Zunahme der Schwärzung weiter bemerken konnte. Von diesem Hornsilber brachte ich mehrere Lagen auf Glas, und verfuhr, wie in *A* und *B.* Jetzt war noch weniger eine Zunahme der Schwärzung im untern Theile derselben zu bemerken. Die Oberfläche aber war wieder eben so schwarz, wie in den vorigen Versuchen. Auch die wieder weiſs gewordene Schichte gleich unter der Oberfläche war wieder da, nur daſs sie merklich schmäler, wie in *A* und *B*, und auch nicht ganz so weiſs, war.

D. Ich nahm von diesen Lagen so viel ab, als die obere schwarze und die untere wieder weiſs gewordene Schicht austrug, und rieb es unter einander. Diese Mischung war genau so dunkel, und nicht um das Mindeste mehr noch weniger, als das Hornsilber unterhalb beyder Schichten, nachdem ich es gleichfalls zerrieben hatte.

E. Ich wiederholte *B* und *C*, nur mit dem Unterschiede, daſs ich an einem finstern aber warmen Orte das bereits geschwärzte Hornsilber fast ganz trocken werden lieſs, ehe ich es in die Sonne brachte. Beständig war unter der durch Reduction sehr stark geschwärzten Oberfläche, eine durch Oxydation wieder ausgebleichte und beynahe weiſse Schichte, nur daſs sie noch merklicher schwächer, und zugleich noch weiter vom völligen Schneeweiſs des unveränderten Hornsilbers entfernt war, als in *C*.

F. Mit der geschwärzten und ausgebleichten Schicht aus *E*, verfahren wie mit den nemlichen aus *C* in *D*, gab das nemliche Resultat, wie in *D*.

§. 104.

Die vorigen Versuche (§. 103. *A* — *F.*) haben aufs deutlichste gezeigt, daſs das Licht, in sofern es chemisch wirkt, und dazu von dem ihm ausgesetzten Körper verschluckt wird, nicht auf einmal, und ohne Theilung, sondern erst nach einer Sonderung in seine Gegensätze, und unter der Form des daraus entstehenden Spectrums, von diesem Körper absorbirt werde. Die brechbarsten von seinen Strahlen waren diejenigen, die zuerst und von den nächsten Schichten des Körpers aufgenommen wurden; die minder brechbaren

wurden später absorbirt, drangen tiefer ein, und die am allerwenigsten brechbaren erreichten die gröſste Tiefe. Auf diese Weise bildeten die durch diese Strahlen an und in dem Körper bewirkten Veränderungen, von oben herein, oder gleichsam der Länge nach, dasselbe Spectrum chemischer Producte, was, wenn die Sonderung derselben von einander, diesem Körper abgenommen, und von einem auſser ihm befindlichen Prisma bewirkt wird, dessen Strahlen nun bereits gesondert auf seine Oberfläche fallen, von rechts nach links, oder der Breite nach, auf ihr sich bildet. (Vergl. §. 102. und 105. *A.*) Da nun mit diesen chemischen Strahlen, die leuchtenden auf das genaueste zusammenhängen, so daſs sie immer jenen parallel gegliedert werden, und wie die vorigen Versuche zeigen, auch in solcher der ihrigen parallelen Gliederung von Körpern aufgenommen, oder absorbirt werden: so folgt von selbst, oder eigentlich, es ist ein bloſses Synonym vom eben Angeführten, daſs diese chemischen Strahlen, in der Ordnung ihrer Lagerung und Wirkung, ein zuverlässiger Anzeiger der nemlichen Vertheilung der leuchtenden Strahlen des Lichts, eines wirklichen Auseinandertritts des weiſsen ungefärbten zum völligen Farbenbild, und der Absorption des Lichts als Leuchtendem, unter dem Schema dieses Bildes, selbst da seyen, wo wir letzteres, wegen der geringern oder höhern Undurchsichtigkeit des Körpers, der es aufnimmt, nicht mehr unmittelbar bemerken und verfolgen können.

§. 105.

Auch haben uns die angeführten Versuche auf keine Weise in sofern betrogen, als etwa die unter der reducirten Schicht des Silberpräparats befindliche wieder-oxydirte, von selbst schon eine nothwendige Folge jener obern sey, indem vielleicht das Oxygen, was diese Reduction aus dem (salzsauren) Silberoxyd absonderte, ohne eine weitere Verwendung eines Dritten, sich nach den tiefern Gegenden begeben, und daselbst mit dem bereits vor dem Versuch vorhandenen, und jetzt in ihn mit eingegangenen reducirten Theile des Silbers des Präparats, Oxyd gebildet hätte. Ich habe dies besonders zu erörtern, da es ein alter und fast allgemeiner Glauben geworden war, das Sonnenlicht desoxydire bloſs, und selbst, nachdem Versuche entschieden hatten, daſs, neben dem desoxydirenden oder reducirenden Vermögen, in der That noch ein nicht Reducirendes, im Gegentheile oxydirendes Vermögen, im Licht vorhanden sey, man dennoch in der Meinung stand, das letztere sey so unbeträchtlich, daſs das erstere es nicht bloſs aufhebe, sondern mit einem groſsen Ueberschuſs über jenes, dem ungefärbten Lichte, in dem Zusammenseyn und Wirken alles seines chemischen Vermögens, durchaus den desoxydirenden Character als vorherrschenden, und somit alleinigen, ertheile. Auch war ich selbst der erste, der, als ich jene Versuche über das Vorhandenseyn eines solchen Oxydationsvermögens im Sonnenlicht, (s. Int. Bl. d. Erl. Lit. Zeit. 1801. No. 16. S. 121. u. f., auch Scherer's Allg. Journ. d. Chemie, B. VII. S. 677. u. f.), bekannter machte, aus ihnen diese letztere Meinung glaubte aufstellen zu können.

(Vergl. Gilbert's Annalen, B. XII. S. 411.). Es wird interessant seyn, die Gründe dieser Täuschung darzuthun, und überhaupt zu lösen, was als Widerspruch dem im vorigen §. gezogenen Resultat auf irgend eine Weise noch im Wege zu seyn scheinen könnte.

A. Die Ordnung, in welcher die chemischen Wirkungen des durch das Prisma gebrochenen und in Farben zerstreueten Lichts, mit diesen Farben selbst vorkommen, und auf der Oberfläche einer durch das ganze Spectrum reichenden, auch sich noch bis in die gehörige Ferne über beyde Seiten desselben hinaus erstreckenden, feinen Lage feuchten halbgeschwärzten Hornsilbers, dem Auge sich darstellen, ist, näher, diese. In der Mitte des Farbenbildes, im Grün, etwas gegen das Blau hin, bleibt das Hornsilber scheinbar völlig unverändert. Im Blau und Violett selbst aber wird es merklich schwärzer, und zwar um so mehr, je näher es dem sichtbaren Ende des Farbenbilds auf dieser Seite liegt. Mit seiner Erreichung aber ist diese Schwärzung selbst noch nicht zu ihrem Maximum gekommen, sie wächst fort bis in eine Gegend über dasselbe hinaus, die mit gedachter Grenze und dem Ausgangsorte des Lichts am Prisma, einen Winkel bildet, der noch nicht genau gemessen, und gegen den der beyden Grenzen des Farbenbildes mit dem Prisma scharf bestimmt ist. Von hier an, wo sie heftiger, als irgendwo in oder um das Farbenbild herum, ist, nimmt sie wieder ab, und verliert sich endlich in einer Entfernung, die beständig größer zu seyn pflegt, als die des Maximums von der

Grenze des Farbenbildes selbst, in Null. *) — Geht man von der vorhin erwähnten Mitte des Farbenbilds nach der andern Seite, so findet man schon im Grün, wo es in Gelb übergeht, eine merkliche Ausbleichung des Hornsilbers, welche durch das Gelb selbst zunimmt, und ihr Maximum gewöhnlich vor Erreichung des äufsersten Roths, etwa wo das Orange

*) Gewöhnlich, besonders wenn man näher am Prisma arbeitet, wo alle Wirkung concentrirter ist, als weiter von ihm ab, bemerkt man, nach diesem Null von Schwärzung noch eine kleine Gegend, wo sogar wieder ausgebleicht, oder oxydirt, wird, obschon hier so wenig, wie zurück bis zum Maximum der Reduction und weiter, nicht die mindeste Spur von Farbe, geschweige von Roth, was sonst von allen Farben am meisten mit Oxydation zusammenfällt, anzutreffen ist. Diese noch weiter vom Farbenbild, und zwar auf der Seite des Violett von ihm, abstehende Oxydation, ist jedoch weit geringer, als die in und neben dem Farbenbilde auf der Seite des Roth vorkommende, welche allein als der Reduction im Violett und aufserhalb desselben entsprechend, und wesentlich zu ihr gehörig, angesehen werden kann. Indefs verwahre ich noch solche Präparate, die bereits 3 Jahr alt sind, und ohngeachtet dessen, was sie in dieser Zeit beym öfteren Besehen am Tageslicht, und sonst, gelitten haben, jene schwache Wiederoxydation, hinter der sehr starken Reduction aufserhalb des Violetts, noch sehr deutlich zeigen. Ja selbst hinter dieser Oxydation ist hie und da noch eine neue zweyte Reduction, die aber nach Verhältnifs wieder noch weit schwächer, als die an sich schon schwache ihr vorhergehende Oxydation, jedoch weit ausgebreiteter als diese, ist. Sie verliert sich durch allmäligen Uebergang in die Gegend des Hornsilbers, welche endlich völlig unverändert zurückbleibt. —

in dieses übergeht, hat. Von hieraus nimmt sie wieder ab, und ist endlich ganz Null. Diese Stelle liegt ebenfalls gewöhnlich noch im Farbenbilde selbst.*)

*) Ich sage: gewöhnlich; — denn bey meinen allerersten chemischen Versuchen dieser Art, und auch später noch einige Mal, fuhr die Ausbleichung der Oberfläche des Hornsilbers auch durch das Roth noch fort, zuzunehmen, und erlangte ihr Maximum erst in einer ähnlichen Entfernung von der äusersten Grenze desselben außerhalb des Farbenbildes, als auf der andern Seite desselben die Schwärzung oder Reduction. (Vergl. Int. Bl. d. Erl. Lit. Zeit. 1801. No. 16. S. 122. 123.) Seit 1802 aber haben weder ich noch andere diesen abweichenden Erfolg wiedergesehen, und ich selbst würde ihn für eine bloſse Täuschung halten, hätte ich nicht Präparate aufgehoben, die noch jetzt die Richtigkeit der damaligen Beobachtungen außer Zweifel setzen. — Was die Ursache von ihm gewesen sey, glaube ich angeben zu können, obschon bis jetzt alle Mühe vergeblich war, aufzufinden, was die dazu machte. Da nemlich, wo die Oxydation oder Wiederausbleichung der Oberfläche des Hornsilbers Null geworden ist, geht, eben so, wie auf der Seite des Violetts nach der Reduction noch eine Oxydation, nach der Oxydation noch eine Reduction an, die zwar an sich nach Verhältniſs eben so schwach, wie die Nebenoxydation auf der Seite des Violetts, ist, immer aber die Sphäre der Oxydation auf dieser Seite (der des Roths), begrenzt. Beyde nun, diese Nebenreduction wie jene Nebenoxydation, scheinen vom Hauptspectrum der chemischen Wirkungen ganz unabhängig zu seyn, und bloſs zu Folge einer mit jedem Prisma, jeder Ladenöffnung, oder auch mit jeder Verbindung beyder, wiederkehrenden Bedingung ihrer, beständig mit oder neben ihm vorzukommen. Denn wo sie, wenn sie wesentlich zu ihm gehörten, nothwendig auch vorkommen müſsten, in

B. Nimmt man statt des halbgeschwärzten Hornsilbers, so weit geschwärztes, daſs, dem Lichte ausgesetzt und nachmals durcheinander gerieben, es keinen Zuwachs von Schwärzung mehr erhalten hat, und legt davon eine schmale, aber etwas dickere Lage als

§. 103. *A*, *B*, *C*, und *E*, da fehlen sie ganz, obgleich sie einen hohen Grad von Wahrnehmbarkeit erlangt haben könnten, da hier das Hornsilber, statt nur wenige Minuten, mehrere Stunden dem Licht ausgesetzt stand. Hier fehlte aber auch, was in Versuchen vor dem Prisma beständig zugegen zu seyn pflegt, das Prisma selbst, die Ladenöffnung, ihre Seiten, (Ränder), u. s. w. Ein Umstand nun, den ich bis jetzt noch nicht habhaft werden konnte, kann dem durch das eben Angeführte fast gewissen Einfluſs dieser letztern auf das Prismaspectrum, leicht eine andere Richtung gegeben haben, und zwar so, daſs ihm zu Folge die Reduction, welche zur Seite der Hauptoxydation vorkommt, und früher erst um ein Beträchtliches auſserhalb des Farbenbildes begann, später sich bis an das Roth des letztern heran, und selbst bis in dasselbe hinein zog, und schon da die Oxydation der Oberfläche des Hornsilbers begrenzte. Noch jetzt hat der Ort, wo diese Begrenzung anfängt, keinen festen Stand, selbst an einerley Tag und vor einerley Prisma, habe ich ihn wechseln, und eben so gut bis zur äuſsersten Grenze des Roths, als wieder herein bis in die Mitte des Gelb, kommen sehen. An anderen Tagen hielt dieser Ort sich besser. — Noch muſs ich bemerken, daſs diese Nebenreduction auf der Seite des Roths weit ausgebreiteter ist, als die Nebenoxydation auf der Seite des Violetts, und daſs sie sich durch langsame Abstuffungen erst weit vom Farbenbilde weg in Null verliert, ohne daſs eine Spur von einem neuen Uebergang in eine zweyte Oxydation, der Art, wie auf der Seite des Violetts nach der Nebenoxydation noch eine zweyte Reduction folgt, zu bemerken wäre.

in *A*, und die zugleich wenigstens doppelt so lang, als das Farbenbild breit, ist, queer durch dasselbe, so daſs es zu jeder Seite gleich weit darüber hinaus steht, läſst sie $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde, (wobey man darauf Acht hat, daſs das Farbenbild immer genau in der Mitte des Hornsilberstreifens bleibt), daselbst, und nimmt sie dann heraus: so findet man die entstandenen Veränderungen in eben der Ordnung hervorgebracht, wie in *A*. Reibt man aber jetzt diese ganze Lage Hornsilber in einem Mörser wieder gut durcheinander, so zeigt sie genau den nemlichen mittleren Grad von Schwärzung, den sie vor dem Versuche zeigte.

C. Reibt man den Theil des Hornsilbers in *B*, der eben schwärzer geworden war, besonders zusammen, so bleibt diese Mischung schwärzer, als sie vorher gewesen war.

D. Reibt man den Theil des Hornsilbers, der in *B* eben bleicher geworden war, ebenfalls besonders durch einander, so bleibt diese Mischung bleicher, als sie vorher gewesen war.

E. Untersucht man das in *A* und *B* dem Violett und der Gegend nahe an ihm auſserhalb des Farbenbildes ausgesetzt gewesene Hornsilber auf die in §. 103. *A* u. f. angegebene Art mit dem Messer, so findet man unterhalb der obern nicht tief eindringenden Schwärzung oder ferneren Reduction nicht die geringste Spur einer Wiederausbleichung oder Oxydation. Sie verliert sich sogleich in den allgemeinen Teint von Schwärzung, den das Hornsilber schon vor dem Versuch durch und durch hatte.

F. Nimmt man dagegen das im Gelb, Orange und Roth, oder überhaupt so weit, als die Wiederausbleichung reichte, im Farbenbild gewesene Hornsilber, in gleiche Untersuchung, so findet man gleich unter der Oberfläche eine noch weit ausgebleichtere, also noch viel vollkommener oxydirte Schicht desselben, als selbst die obere Fläche es war.*) Sie nimmt an Weifse und Dicke zu, je mehr man sich dem Orte, wo das äufserste

*) Es fielen also, neben der grofsen Menge oxydirender, noch immer zugleich einige reducirende Strahlen mit auf diesen Theil des Hornsilbers, wodurch, da letztere eher absorbirt wurden, als erstere, die Oxydation ganz oben merklich retardirt werden mufste. Auch sind diese, wie es scheint, nie ganz von den oxydirenden zu entfernenden wenigen reducirenden Strahlen, ohne Zweifel Ursache gewesen, dafs Scheele (s. dessen sämmtliche physische und chemische Werke, herausgegeben von Hermbstädt, B. I. Berl. 1793. 8. S. 144.), im Violett, das Hornsilber blofs früher schwarz werden sah, als in den übrigen Farben, in diesen es also doch noch etwas dunkel wurde, und auch Senebier (s. dessen physikalisch-chemische Abhandlungen, Th. III. S. 97.), im Gelb, Orange und Roth, nach längerer Zeit ($5\frac{1}{2}$, 12, und 20 Minuten) Hornsilber noch einen violetten Schein annehmen sah. Beyde wandten ihr Hornsilber trocken an; dies mochte dazu beytragen, diese reducirenden Strahlen mehr auf einmal, und schärfer von den oxydirenden zu sondern, als es da der Fall zu seyn pflegt, wo das Hornsilber nafs, oder wenigstens feucht, angewandt wird, so dafs sie nicht blofs eine Retardation vorhandener Oxydation, sondern geradezu Reduction, zu bewirken im Stande waren; wie ich denn, bey fast oder völlig trocknem Hornsilber, dieses ebenfalls beobachtet habe.

Roth hinfiel, nähert, ja sie fährt selbst über diese Grenze hinaus fort, in beyder Hinsicht zuzunehmen, und das Maximum ihrer In- und Extensität fällt ohngefähr eben so weit vom äuſsersten Roth ab, als in *A* und *B* das Maximum der Reduction vom äuſsersten Violett, oder überhaupt dahin, wo Herschel's Wärmestrahlen ihr Maximum haben.*) Von hier aus nimmt sie wieder ab, und ist endlich ganz Null in einer Entfernung vom gedachten

*) Hier findet sich also unter der Oberfläche wieder, was in meinen früheren Versuchen zugleich auf ihr Statt hatte; (vergl. die vorletzte Anmerkung S. 200). Ein Beweis mehr dafür, daſs nur ein Zufall später Abweichungen gab, die man vielleicht noch zu vermeiden lernen wird. Ich sah damals auch Phosphor auſserhalb des Roths weit stärker leuchten (dampfen) und sich oxydiren, als in ihm. (Bey einer Temperatur des Zimmers nemlich, wo er ohne Licht im Dunkeln gar nicht dampfte noch leuchtete. Neuerdings habe ich diesen Versuch nicht wiederholt. — Daſs übrigens jenes Dampfen in und auſserhalb des Roths von keiner Erwärmung durch diese Strahlen, wenigstens von ihr zum bey weitem kleinsten Theile, herrührte, lehrte die wie einem Stoſse folgende erste Dampfwolke, die in dem Augenblick vom Phosphor aufstieg, in welchem jene Strahlen ihn trafen, und daſs sie, welche, während letztere auf dem Phosphor blieben, nur wenig dichter oder stärker wurde, als sie gleich im Anfang war, wie abgeschnitten von dem Phosphor sich ablöſste, welcher todt zurückblieb, als schnell das Prisma so gewandt wurde, daſs, statt der rothen oder auſserrothen, plötzlich nun die violetten oder auſservioletten, den Phosphor trafen. In beyden Fällen hätte, war Wärme die Ursache, wenigstens die hauptsächliche, der Uebergang ein allmäliger seyn müssen.

Maximum, die gröſser ist, als die des Maximums selbst vom Farbenbilde.

G. Hat man zwey gleiche Prismen parallel über einander an Einem Laden angebracht, und läſst ihre Bilder so neben einander fallen, daſs das äuſserste Violett des einen das äuſserste Roth des andern so eben berührt, so fällt nothwendig das Maximum der Reduction des erstern (*m*) in die Sphäre der Oxydation des andern (*n*), und wieder das Maximum der Oxydation, (wenn auch nicht der oberflächlichen in *A* und *B*, doch der überhaupt vorhandenen, s. *F.*), dieses andern (*n*), in die Sphäre der Reduction des erstern (*m*). (Die Farben beyder Bilder werden hierbey nicht merklich geändert.)*) Man bringe durch diese beyden mit

*) Vergl. Gilbert's Annalen, B. XII. S. 410. Ich vermuthete dort daraus, daſs die chemisch wirkenden Strahlen des Lichts von den farbigen durchaus verschieden seyn müſsten, weil die auſserhalb des Violetts z. B. befindlichen, wenn sie gleicher Dignität mit den farbigen wären, auch wenn sie für sich allein nicht gesehen würden, doch in den rothen, gelben Strahlen, u. s. w., eine ähnliche Veränderung hervorbringen müſsten, als es die violetten, blauen u. s. w., thun, wenn sie mit Roth zusammengebracht werden. Es ist indess doch wahrscheinlicher, daſs diese Veränderung nur **nicht stark genug** sey, um von einem durch die hellen Farben ohnedies schon mehr oder weniger geblendeten Auge wahrgenommen werden zu können, übrigens aber doch wirklich zugegen ist. Auch sind die auſserhalb des Violett sowohl, als die auſserhalb des Roths befindlichen nicht so absolut unsichtbar, als die gewöhnliche Art, davon zu sprechen, es scheinen lassen möchte. Wendet man Linsen von einiger Bedeutung an, so werden die vom Violett, wie vom Roth

einander grenzenden Farbenbilder eine lange schmale aber dicke Lage halbgeschwärztes Hornsilber, und er-

aus ferner folgenden Strahlen im Focus allerdings sichtbar, und je gröſser die Linse ist, desto weiter ab vom Farbenbilde gelingt auch diese Sichtbarmachung des, ohne eine solche Concentration zu schwachen Lichtes, noch, bis freylich endlich eine Grenze kommen muſs, wo auch das gröſste Brennglas nicht das mindeste mehr sehen lassen könnte. Bedenkt man nun, wie schnell schon vom Grün oder Gelb des Farbenbildes aus die Helligkeit der farbigen Strahlen nach beyden Seiten hin abnimmt, und wie diese Abnahme selbst von neuem wieder um so mehr wächst, je mehr man sich den sichtlichen Grenzen des Farbenbildes nähert, so ist es, glaube ich, gar nichts Sonderbares mehr, daſs wir an Grenzen kommen, wo dies Farbenbild uns fast wie abgeschnitten vorkommt, ohne es doch in der That zu seyn. Die Grenzen, die wir wirklich an ihm zu bemerken glauben, sind, in ihrer Entfernung von einander, mehr das Maaſs der Lichtempfänglichkeit des Auges, mit welchem man dasselbe eben ansieht. Man hat Beyspiele von Menschen, die selbst an vollkommen finstern Orten alles unterschieden, (vergl. C. Bernoulli über das Leuchten des Meeres. Göttingen, 1803. S. 54—57.); mir selbst ist dies einmal bis zum Entsetzen schön begegnet. Wer so fein sähe, würde uns gewiſs ganz andere Grenzen jenes Farbenbildes angeben. — Bis hieher hätten wir daher noch kein gegründetes Recht, die chemischen Strahlen von den leuchtenden für wesentlich verschieden, (für gleichsam einen völlig andern Theil des Sonneneinflusses auf die Erde), zu halten. Und eben so wenig die wärmenden von diesen oder jenen.

Die letzte Möglichkeit, die Frage über einen wirklich vorhandenen Unterschied zwischen den chemischen und leuchtenden oder farbigen Strahlen zu entscheiden, glaubte ich beym achromatischen Prisma zu finden. Dieses bricht

halte sie eine Stunde oder länger so darinn, daſs fortdauernd die nemlichen Farben mit den nemlichen Stel-

das Licht bloſs, ohne es in Farben zu zerstreuen. Wären nun die chemischen Strahlen von den farbigen unterschieden, so wäre es gegen alle Gesetze der Physik, wenn das Vermögen durchsichtiger Körper, die chemischen Strahlen zu zerstreuen, genau dasselbe wäre mit dem, es mit den farbigen zu thun. Demohngeachtet ist letzteres der Fall. Denn ein völlig achromatisches Prisma gab, so wie kein Farbenbild, auch keine Spur von einem Unterschied der chemischen Wirkungen auf Hornsilber zu den beyden Seiten des Spectrums. Ein anderes, was auch ein achromatisches seyn sollte, hatte den Fehler, der indeſs für meinen Versuch gerade zum Vortheil wurde, daſs der Winkel des mittleren Keils von Flintglas etwas zu groſs war, als daſs er das Licht schon gänzlich farbenlos durchgelassen hätte, übrigens aber auch noch zu klein, um es ohne Brechung durchzulassen. Die vorhandenen Farben waren also in der umgekehrten Ordnung von der gewöhnlichen zugegen, d. i., bey nach oben gekehrter Oeffnung des Winkels des ganzen Prismas war das Violett am untern, und das Roth am oberen Rande der durchgefallenen Lichtscheibe. Nichts destoweniger war mit jenem Violett die Reduction, und mit diesem Roth die Oxydation, und beydes ohne im geringsten andere Dimensionsverhältnisse, verbunden, als bey einem gewöhnlichen Prisma, wo bey gleicher Stellung desselben das Violett oben und das Roth unten ist. Auch verschiedene andere Zusammensetzungen von Prismen gaben nie etwas, das von jenen ein für allemal feststehenden Dimensionsverhältnissen abgewichen wäre. Die Farbenzerstreuung war überall, und in jeder Hinsicht, der Vertheilung der chemischen Wirkungen proportional.

Für die zuerst von Herschel von den leuchtenden Strahlen für verschieden ausgegebenen Wärmestrahlen fand

len dieser Lage zusammenbleiben. Besieht man jetzt, vorerst ihre Oberfläche, so findet man, daſs die zu

dieser Experimentator selbst das nemliche. Der nicht sichtbare (vorzüglich wärmende) Theil des Spectrums behielt unter allen Umständen beständig eine und dieselbe Lage gegen den sichtbaren, und ein achromatisches Prisma gab eben so wenig ein verschiedenes Steigen des Thermometers zu den beyden Seiten der durchgefallenen Lichtscheibe, als es Farben zu geben vermochte. (S. Gilbert's Annalen, B. X. S. 85. 86.). Die wärmenden Strahlen können also ebenfalls von den leuchtenden nicht wesentlich verschieden seyn. Auch scheint Herschel seine Idee vom Gegentheile mehr aus dem verschiedenen Vermögen, Licht- und Wärmestrahlen „durchzulassen," als aus irgend einem andern Umstande, genommen zu haben. (S. d. a. O. B. XII. S. 525.). Nach dem früher gefundenen Parallelismus der Zerstreuungsverhältnisse beyder aber, hätte er den Grund des letztern Unterschiedes lieber in etwas völlig anderem suchen sollen; — wovon indeſs weiter zu sprechen, hier nicht mehr her gehört.

Interessant aber ist die einfache Ansicht, die aus dem Vorigen das ganze Spectrum des Prismas erhält. Spuren von Oxydation lassen sich selbst unter der im Blau vorhandenen Reduction noch entdecken, und wahrscheinlich fehlt alle Oxydation erst, wo die Reduction ihr Maximum hat. Daſs umgekehrt die Reduction sich selbst noch bis ins Gelb, Orange und Roth, so schwach sie übrigens auch hier sey, erstrecke, habe ich bereits S. 203. Anm. erwähnt. Auch sie verliert sich also höchst wahrscheinlich völlig erst, da, wo die Oxydation ihr Maximum hat. Es kommt somit im ganzen Spectrum, genau genommen, nur Ein Punkt vor, wo Oxydation und Reduction sich noch in dem Verhältniſs correspondiren, wie im weiſsen Lichte. Und dieser fällt schon auf den ersten Anblick in

dem Bilde *m* gehörige Reduction, sich sowohl innerhalb ihm, als ausserhalb desselben in das Bild *n* hinein, fast genau so sich geübt hat, als sey *n* gar nicht zugegen gewesen. Sie erstreckt sich von dem in Blau übergehenden Grün in *m* bis zu dem Grün in *n*, fast noch über dasselbe hinaus bis dahin, wo schon wieder die dem Bilde *n* selbst zugehörige Reduction beginnt, und hat ihr Maximum ohngefähr im Orange von *n*.

H. Untersucht man ferner mit dem Messer das Innere des Präparats, so entdeckt man, wie sich unter der ganzen reducirten Oberfläche eine Schichte wiederoxydirtes, weisser gewordenes Hornsilber hinzieht, die gleich nach dem Grün in *n* anfängt, durch Gelb, Orange und Roth hindurch stärker wird, ihr Maximum ohngefähr im

die Gegend, in der zugleich im ganzen Spectrum die Erleuchtung eine gröfste ist. Wie man von diesem Punkt aus sich entfernt, nach dieser oder jener Seite, nimmt auch die Erleuchtung ab, zugleich bekommt die Oxydation entweder, oder auch die Reduction, ein immer gröfseres Uebergewicht, bis endlich, wo die eine oder andere zu ihrem Maximum gekommen ist, auch das entstandene Dunkel ein gröfstes ist. Die Seite des Spectrums ferner, nach welcher hin die Oxydation steigt, ist zugleich die, nach welcher hin auch die Erwärmung steigt. Ein Unterschied soll zwischen dem, was beyde giebt, nicht seyn. Somit bewirkt dasselbe, was, wo es (eben) Oxydirbares trift, seine Oxydation bestimmt, da, wo es keine setzen kann, Erwärmung. Ein schöner Tausch; — denn die Oxydation endiget doch auch mit Wärme.

Indigoblau von *m* hat, und von da nach allmäliger Abnahme, sich in oder um das Grün in *m* zu Null verlieren würde, wenn hier nicht schon die Oxydation, welche dem Bilde *m* für sich zukommt, anginge. Auch die Oxydation des Bildes *n* hat sich also, (die Oberflächen ausgenommen) genau so geübt, als wäre *m* gar nicht zugegen gewesen. Die Reduction aber, über ihr, gab, mit dieser zusammen, völlig den Schein, als hätte weiſses ungefärbtes Licht auf das Hornsilber gewirkt, (vergl. §. 103.). Nur das Verhältniſs beyder zu einander wechselte, was bey dem weiſsen Lichte nicht der Fall gewesen wäre. —

Der Versuch *G* war es, der mich früher zu der Meinung bestimmte, daſs im ungesonderten weiſsen Lichte die reducirenden Strahlen in weit gröſserer Menge und Stärke vorhanden seyen, als die oxydirenden, ihm also der desoxydirende Character als vorherschender und somit alleiniger, (weil das geringe Oxydationsvermögen durch einen ihm entsprechenden kleinen Theil des viel gröſsern Desoxydationsvermögens völlig aufgehoben wäre, und also gar nicht weiter auf Körper wirken könne), zukomme. S. Gilbert's Annalen, B. XII. S. 410. 411. Damals aber, als ich diese Versuche anstellte, war ich bloſs gewohnt, die Oberfläche des im Licht, den Farben, u. s. w., gewesenen Hornsilbers zu betrachten; daſs auch das Innere desselben zu untersuchen wäre, ahnete ich noch nicht. Erst ganz neuerlich wurde ich hierauf geleitet. Man hat indeſs gesehen, wie viel darauf ankam. Die Untersuchung des Präparats aus *G* in *H* hat offenbar gezeigt, daſs selbst, wo man die Maxima beyder, des reducirenden, wie des oxydirenden Ver-

mögens, zusammenfallen liefs, die supponirte Aufhebung des letztern durch einen Theil des erstern gar nicht Statt habe. Und wäre sie auch möglich gewesen, ehe beyde den Körper, hier das Hornsilber, trafen, so enthielt doch eben dieses Hornsilber, und als Körper überhaupt, die Nothwendigkeit zur Scheidung des vorher vielleicht Geeinten in sich, und ein jedes der Geschiedenen mufste sich besonders üben. Der früher aus dem Phänomen in *G* gezogene Schlufs war also falsch.

Eben so falsch wäre es, jetzt nachdem das beständige Zugleichdaseyn und Zugleichwirken beyder Vermögen, ohne dafs das eine durch das andere in dieser seiner Wirkung gestört würde, erwiesen ist, doch dem reducirenden Vermögen noch einen Vorrang zuzugestehen. Dies würde schon die Buchol z'sche Beobachtung widerlegen, dafs das weifse ungefärbte Licht auf sein kohlenstoffsaures Silber endlich keine höhere Totalwirkung mehr ausübte, indem der Werth der neuen Oxydation, beständig und genau so viel betrug, als der der neuen Reduction, wodurch, was diese an Schwärzung an dem einen Ort mehr gab, von dem, was jene davon am andern Orte wieder vernichtete, in einem beständigen Gleichgewicht erhalten, und es unmöglich wurde, der ganzen Masse des Silberpräparats den Grad von Schwärzung nach und nach mitzutheilen, den blofs die Oberfläche zu erhalten fähig war. Meine Versuche aber sind jener Annahme noch weit entschiedener entgegen, da manche Einwürfe sie nicht treffen können, deren die Buchol z'sche Erfahrung allenfalls noch fähig wäre. Ich bitte in dieser Hinsicht die Beobachtungen §. 103. *D* und *F*, nachzusehen, wo die vor weifsem

Lichte noch mehr reducirte obere, und zugleich die tiefere wieder oxydirte Schicht von vorher schon aufs möglichste geschwärztem Hornsilber, zusammengerieben, die nemliche Nuance von Schwärzung, und mit ihr die Anzeige des nemlichen chemischen Totalzustandes dieses Hornsilbers, den es auch vor dem Versuch schon hatte, wiedergaben. Die Gröſse der obern Reduction glich also genau der Gröſse der tiefern Oxydation.

In diesem §. sind Versuche gefolgt, welche das Nemliche auch für den Fall darthun, wo das Licht nicht erst, wie in §. 103., von dem von ihm chemisch zu modificirenden Körper selbst, zerlegt, in Farben, chemischen Gegensatz, u. s. w., aufgelöſst wird, sondern diese Operation schon verrichtet ist, ehe der modificirende Einfluſs den Körper trifft, wie durch ein Prisma, u. s. w. Eine Schicht schon möglichst durch und durch geschwärztes Hornsilber, so weit dem Prismabilde ausgesetzt, als irgend (nach *B*) sich, was chemisch Wirkendes zu ihm gehört, in und auſser ihm erstrecken kann, von neuem zur gleichförmigen Mischung zusammengerieben, giebt abermals die nemliche mittlere Nuance von Schwärzung, und damit von chemischem Zustand, die dieses Hornsilber schon vor dem Versuch besaſs. Auch hier hatten Reduction und Oxydation sich also völlig das Gleichgewicht gehalten. S. *C*.

Ich habe zu Anfang dieses §. erwähnt, daſs man wohl allenfalls noch glauben könnte, die unter der reducirten Schicht des einem ungefärbten Sonnenlichte ausgesetzt gewesenen Silberpräparats befindliche wiederoxydirte sey von selbst schon Folge jener oberen; das Oxygen, was bey der obern Reduction das Oxyd ver-

lasse, müsse schon von selbst in die tieferen Schichten übertreten, und da eine Oxydation bewirken, die keiner besondern Verwendung des Lichts oder irgend eines Theils desselben erfordere. Man könne also immerhin den durch das Vorige aufs evidenteste erwiesenen Satz, daſs das Licht der Sonne, ohne Farbe, wie es der Erde täglich leuchtet, und alles trifft, worauf es irgend wirken kann, beständig eben so viel Oxydation als Reduction verursache, womit denn ein von der Sonne auf Erden beständig unterhaltener und in seinen Folgen immer weiter schreitender bloſser Desoxydationsproceſs ganz wegfällt, doch wenigstens noch dahin glauben abändern zu können: zunächst errege die Sonne doch nur einen letzteren, und der erstere, der Wiederoxydationsproceſs, sey bloſse Nebenfolge dieses, des Reductionsprocesses.

In dieser Hinsicht habe ich die Versuche *C* bis *F* erzählt. Im violetten Licht und auſserhalb desselben ist die Reduction noch stärker, wie im weiſsen ungefärbten *). Hier müſste folglich auch die Oxydation gleich unter ihr noch stärker, wie im letztern, seyn. Demohngeachtet entdeckt sich keine Spur davon; s. *E*. Auch zeigt das Hornsilber unter einander gerieben, eine wirkliche durch keine etwa versteckte Oxydation wieder aufgehobene Vermehrung seiner Schwärze und Reduction

*) Um diese Vergleichung anzustellen, hat man nur nöthig, die Ladenöffnung etwas breit zu machen, und darauf nahe an dem Prisma, wo in der Mitte des Bildes noch ein Antheil weiſses Licht zugegen ist, zu experimentiren.

durch die ganze Masse; s. *C.* Zum Daseyn einer solchen Oxydation wird schlechthin die Gegenwart des andern Theils des Prismaspectrums, des rothen, und was vor und nach ihm noch dazu gehört, erfordert, und in dem Grade, als es rein zugegen ist, ist auch die Oxydation rein, ohne eine Spur von Reduction, vorhanden, (s. *F.*); und das seiner Wirkung ausgesetzt gewesene Silberpräparat zeigt nach gleichförmiger Vermischung wirklich eine Verminderung des vorher dagewesenen Grades von Schwärzung oder Reduction, eine Oxydation also, und, wie sich übrigens von selbst versteht, diese nur allein. S. *D.*

§. 106.

Wir können also die in §. 103. erzählten Versuche ohne Weiteres so ferner deuten, wie es in §. 104. geschah. Es ist gewiſs, daſs, wo das weiſse ungefärbte Licht von Körpern aufgenommen wird, es unter der Form eines völligen Farbenbildes geschieht, dessen brechbarerer Theil nach auſsen oder oben, (wo das Licht zuerst hintrifft), der minder und am mindesten brechbare Theil hingegen nach innen oder unten, fällt. Dies haben wir in §. 103 — 105. von anorgischen Körpern erwiesen; es ist kein Grund vorhanden, es nicht auch von den organischen gelten zu lassen, da beyde in ihrem Verhalten gegen das Licht dieselben Gesetze befolgen und befolgen müssen. Die vor die Flamme einer brennenden Kerze gehaltene Hand, das Roth, mit dem das Auge erfüllt ist, wenn man sich mit geschlossenen Liedern gegen die Sonne,

oder auch nur gegen ein helles Tageslicht, wendet, bestätigen dies schon. Die Hand, das Augenlied, verhalten sich wie jeder andere halbdurchsichtige Körper; die violetten und blauen Strahlen werden zuerst von ihnen absorbirt, den übrigen widerfährt dies später und tiefer, den gelben, rothen, oder überhaupt den am wenigsten brech- oder anziehbaren, am spätesten und von der Oberfläche entferntesten. Wo die Masse des Körpers zu schwach ist, selbst die letzteren noch zu binden, sind sie allein es, welche frey hindurchgehen; sie werden aber ebenfalls und sämmtlich aufgehalten, sobald man jene Masse vergröfsert, über das geschlossene Auge z. B. eine oder beyde Hände legt, u. s. w. Das Auge selbst ist ein solcher Körper, dessen Hintergrund aus so viel Masse nach einander besteht, als irgend nöthig seyn kann. Es läfst kein Licht und keinen Theil desselben mehr hindurch, das ganze Licht wird von ihm aufgenommen. Das Farbenbild, in das es sich deswegen auszubreiten oder aufzuschlagen hat, ist in ihm eben so vollständig da, wie in den Silberpräparaten in §. 103., die ebenfalls das ganze Licht verschluckten. Und jedesmal, dafs weifses Licht ins Auge, wie auf jene Silberpräparate u. s. w., fällt, um von denselben absorbirt zu werden, breitet es sich dazu in ein solches Spectrum aus. Wird jenes nun selbst nur gesehen in sofern, als es vom Auge, von der Netzhaut, absorbirt wird, so ist es jetzt zum zweyten Mal gewifs, (vergl. S. 186.), dafs es auch dazu erst zum völligen Farbenbilde aufgeschlagen, und unter dessen Form vom Auge aufgenommen und mit ihm verbunden wird.

§. 107.

An jedem Punkte des Raumes, den dieses Farbenbild im Auge einnimmt, ist blofs Farbe da, in keinem mehr als solche. Auch ist das ganz, was wir §. 102. S. 186. zu fordern hatten, wo aus dem Früheren uns die Nothwendigkeit entstand, selbst die Erscheinung von Weifs (und Schwarz) im Auge, für eine Folge von in ihm hervorgebrachten Farben anzusehen. Wie aber, (um auch hier zunächst beym Weifs zu bleiben), kommt es, dafs wir, statt seiner, nicht geradezu blofs jenes Farbenbild sehen? — Eben, was uns auf das Daseyn dieser Farben brachte, wird es erklären.

Um weifses Licht sehen zu können, ist erforderlich, dafs beyde Erregbarkeiten im Auge vorhanden sind. S. § 101. Und dieses kann unmöglich etwas anderes bedeuten, als dafs sie beyde auch dabey thätig sind, das Auge nach beyden zugleich in Erregung gesetzt ist. Nach jeder aber ist es nur für Farben darein zu versetzen. Wir können jetzt die Ordnung, in welcher dies geschieht, bestimmen. Der brechbarere Theil des Lichts ist zugleich derjenige, für den die Körper, und so auch das Auge, am erregbarsten sind; die Brechung selbst ist nur Erregung. Das Auge wird ihn also mit seiner höchsten Erregbarkeit empfangen. Diese aber ist zugleich die bedingte oder erste; (s. §. 93.). Sie giebt dem Auge die Empfindung des Blau, (Violett, u. s. w.). Der andere minder brechbare Theil des Lichts, nachdem der mehr brechbare die bedingte Erregbarkeit beschäftiget, greift über in die unbedingte, zweyte. In der Sphäre der beding-

ten würde er die Empfindung von Roth, (Orange, u. s. w.), hervorbringen. Die umgekehrte aber giebt überall das Umgekehrte zum Product; es entsteht also abermals die Empfindung von Blau, (Violett, u. s. w.), d. i., die nemliche, wie von der bedingten. Und die Identität dieser Producte, vorgekommen gleichzeitig an den beyden entgegengesetzten Erregbarkeiten, und in der hier beschriebenen Ordnung, wäre, was, in seiner Gesammtanschauung, das Auge zu dem Urtheil, Weifs zu sehen, bestimmt, oder eigentlicher: diese Gesammtanschauung nennt es Weifs.

Aber beyde Theile des Lichts, (oder auch, wie viele man deren setzen will), werden nicht an Einem und demselben Orte aufgenommen. Der minder brechbare verschwindet um ein beträchtliches tiefer, als der mehr brechbare. Sind aber an diesem tieferen Orte im Auge, (in seinem Nerven), nicht ebenfalls beyde Erregbarkeiten vorhanden? — Und müfste nicht das „Roth" z. B., was wirklich bis zu ihm gelangt, auch hier auf die bedingte von beyden zunächst wirken, und somit wirklich Roth, statt Blau, „erzeugen"? — Dafs also dennoch wieder alle Farben nach einander folgten, ohne einige Identität? — Keinesweges; — wenigstens gewifs nicht in dem Grade, dafs die nach einander im Auge wirklich hervorgebrachten Farben in irgend einem Verhältnifs zu einander stünden, was dem gleich oder ähnlich wäre, unter dem wir sonst die Farben in dem Spectrum so vertheilt finden, dafs sie in ihrer Vereinigung von neuem Weifs geben, — dafs also auch das Auge nicht die Gesammtanschauung dessen, was es hat, für Weifs

erklären könnte. Zudem erklärt dasselbe, wo ihm wirklich Farben, aufser ihm schon neben oder nach einander gesetzt, dargeboten werden, wie im Prismabilde, dieses Bild gar nicht für etwas durch und durch Identisches, sondern ganz für eben so verschieden in sich, als alles Uebrige, (die chemischen Reagentien, das Thermometer, u. s. w.) es anzeigt, und doch ist hier der Fall, wo alle Farben zunächst von einer und derselben Erregbarkeit, der bedingten, dem Auge übermacht werden; es hält sie wirklich unterschieden. Es wäre also nöthig, dafs der Ort, an dem im Auge das minder brechbare Licht verschwindet, zugleich ein solcher wäre, an dem die bedingte Erregbarkeit entweder ganz fehlte, oder doch so schwach wäre, dafs der dort angekommene Lichtreiz sehr bald und mit seinem bey weitem gröfsten Theile in die unbedingte übergreifen könne; mit andern Worten: dafs die bedingte Erregbarkeit so viel wie möglich auf die äufsere Endigung des Augennerven und ihre Nähe, eingeschränkt sey. Gerade dieses aber ist wirklich der Fall. Alle Nerven, die wir bis jetzt noch untersuchten, zeigten die Eigenheit, dafs, wo sie überhaupt nur noch zugleich bedingte Erregbarkeit besafsen, also ganz besonders im lebenden Ganzen, das Maximum derselben beständig an ihrer äufsersten Endigung anzutreffen war. Siehe die §§. 18. 19. 36 und 75. Von hier nahm diese Erregbarkeit jederzeit ab, und oft so schnell, dafs während an einer gegebenen Stelle des Nerven sie so stark, dafs eine Differenz Zink-Silber sie ganz allein beschäftigte, einen Zoll weiter nach innen schon fast keine Spur mehr von ihr anzutreffen

war. Vergleiche besonders S. 87. Daſs wir selbst, unsere Gliedmaſsen um so leichter in den Zustand der Beugung versetzen können, je entfernter und mehr nach auſsen sie liegen, wissen wir aus täglicher Erfahrung, und dem ersten besten Versuch, in welchem wir z. B. den Arm, erst an der Schulter, dann am Ellenbogen, dann am Handgelenke, und zuletzt an den Fingern und deren Gelenken, biegen. Dies alles aber geschieht vermittelst der bedingten Erregbarkeit, und ihrem verschiedenen Grade. Siehe S. 93. u. f. Denn diese leichtere Beugbarkeit der entfernteren Theile der Extremitäten, bloſs ihrer gröſseren Uebung zuzuschreiben, kann, in einem Organismus, wo alles Zweck und Mittel für einander ist, und keines von beyden mehr oder weniger, als eben erforderlich ist, nicht angehen, vielmehr muſs die Möglichkeit der gröſsern Uebung vergleichungsweise selbst in einer gröſseren Erregbarkeit gesucht werden; wie denn auch wirklich, wo man nur noch untersucht hat, mit dem geübteren oder zu übenderen Organ, auch eine immer gröſsere Erregbarkeit verbunden war. Vergleiche die vorhin citirten §§.; von Humboldt's Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, B. II. S. 173. 174.; u. a. O. *). Auch darf man mit Recht vermuthen, daſs Nerven, die so wenig der

*) Schon die beständig gröſsere Erregbarkeit nach Ruhe und Schlaf, dem täglichen, wie auch dem jährlichen, den scheinbar einige Thiergattungen nur, im Grunde aber alles, was lebt, dem Zeugniſs seines Erwachens im Frühling gemäſs, zu halten pflegt, gehört hierher.

Willkühr zu gehorchen haben, wie die Sinnesnerven, diesen Unterschied von bedingter Erregbarkeit in noch weit höherem Grade haben, als Nerven so willkührlicher Organe, wie diejenigen waren, mit denen wir in Abschnitt I. bis VII. experimentirten. Wie schwach z. B., und wie schnell erlöschend ist die Erregbarkeit der Nerven unwillkührlicher Muskeln, wie wenig also sind sie fähig, bedingte Erregbarkeit, die im Mittel doch beständig einen ziemlich hohen Grad von unbedingter voraussetzt, zu zeigen? *) — Bey Nerven, die in keine Muskeln endigen, wird, da sie sonst sich denen, die in sie wirklich endigen, so gleich verhalten (s. §. 82.), das nemliche Statt finden. Wenn nun demohngeachtet die Nerven des Auges, an ihrer äuſsern Endigung, erwiesen einen sehr bedeutenden Grad von bedingter Erregbarkeit besitzen, so ist es um so mehr gewiſs, daſs ihr Abfall äuſserst schnell, und sehr bald eine Stelle anzutreffen seyn müſste, wo sie fast Null ist. Es wird also im geringsten keine Schwierigkeit haben, daſs, wenn ungefärbtes Licht auf das Auge fällt, sein minder brechbarer Theil wirklich eine Gegend erreiche, in der er ganz, oder doch fast ganz, sich auf die unbedingte Erregbarkeit werfen, und da dieselbe Farbe darstellen kann, die der mehr brechbare in den vordern, dem Ende des Augennerven näher gelegenen Theilen, hervorbringt. — Ja

*) Daher unter andern die einstige Schwierigkeit, zu finden, daſs das Herz, durch bloſse Reizung seiner Nerven, in Bewegung zu versetzen sey.

selbst, wenn wirklich ein Theil des minder brechbaren Lichts ebenfalls auf bedingte Erregbarkeit fallen sollte, so würde er doch dem Blau, was zu Folge dieser Erregbarkeit erscheint, nicht nachtheilig seyn, indem das Auge, einer jeden seiner Erregbarkeiten nach, einzeln genommen, die Eigenschaft hat, von einfallendem weiſsem Lichte nur die eine und zuerst in ihm gesetzte Farbe zu bemerken; wie, so sonderbar dies auch lauten mag, doch §. 100. dies unmittelbar zeigt, wo bey bloſser Gegenwart einer einzigen Erregbarkeit, der unbedingten, nachdem der brechbarere Theil des weiſsen Lichts, (der, den wir mit der bedingten Erregbarkeit als Blau sehen), in ihr Roth gesetzt, der minder brechbare, in dieser nemlichen Erregbarkeit, kein Blau mehr setzt, was jenes Roth trüben könnte, u. s. w. Erst, wo der eine oder andere Theil des Lichts allein, auf diese oder jene Erregbarkeit fällt, ist er in jedem Falle der Setzung der Farbe fähig, die ihm, gerade oder umgekehrt, zugehört. Die bedingte Erregbarkeit allein muſs alles Weiſse eben so bloſs Blau erscheinen lassen, wie die unbedingte dasselbe bloſs Roth sehen läſst. — Es bleibt somit dabey, daſs die Erscheinung des Weiſses im völlig gesunden Auge, ein Product der Setzung identischer Farben, durch Wirkung entgegengesetzter Reize, in gleichfalls entgegengesetzte Erregbarkeiten, ist, und zwar so, daſs die nach diesen entgegengesetzten Erregbarkeiten durch die entgegengesetzten Reize identisch gesetzten Farben, Blau sind. Ein und dasselbe Blau, vorkommend an entgegengesetzten Erregbarkeiten, giebt Weiſs.

§. 108.

Ein und dasselbe Roth, vorkommend an entgegengesetzten Erregbarkeiten, giebt Schwarz. Der Beweis ist, nach dem Vorigen, leicht, sobald man bemerkt, daſs wir es hier mit keiner Bindung des Lichts, sondernmit einer Entbindung desselben, einem Lichtverlieren, einer Lichtverminderung im Körper, wie im Auge, zu thun haben, indem das Schwarz (das Dunkel), insofern man es hervorbringt, selbst nichts ist, als dieses. (Vergleiche §. 101. S. 183. 184.).

Wie beym Lichtempfangen der Nerv des Auges, insofern er die bedingte Erregbarkeit besitzt, den brechbareren Theil des Lichts aufnimmt, und insofern er die unbedingte besitzt, den minder brechbaren, so wird er, wo es dunkler in ihm werden soll, als für gewöhnlich, beyde Theile auch in der nemlichen Ordnung wieder entlassen. Aufnehmen und Entlassen von Licht aber sind völlig entgegengesetzte Acte für das Auge. Was beym Empfangen ihm die Empfindung des Blau giebt, muſs beym Entlassen ihm die entgegengesetzte, die des Roths, erwecken. Nach beyden Erregbarkeiten aber war beym Lichtempfangen Blau zugegen. Nach beyden also wird auch jetzt beym Lichtentlassen Roth zugegen seyn müssen. Und diese Identität von Roth, vorgekommen an entgegengesetzten Erregbarkeiten, giebt in der Gesammtanschauung die Empfindung von Schwarz, von Lichtverminderung, von Dunkel. Oder einzeln betrachtet: der brechbarere Theil des Lichts, der bey der Aufnahme auf die bedingte

Erregbarkeit fällt, giebt Blau. Verläſst er das Auge, so giebt er an der nemlichen Erregbarkeit Roth. Der minder brechbare Theil des Lichts, der bey der Aufnahme auf die unbedingte Erregbarkeit fällt, sollte Roth geben; die unbedingte Erregbarkeit aber giebt mit einerley Reiz das entgegengesetzte Product von dem, welches die bedingte giebt: statt Roth giebt also jener Theil des Lichtes abermals Blau. Verläſst das Licht das Auge, so verhält sie sich eben so umgekehrt, und statt Blau, was sie geben sollte, verhielte sie sich wie die bedingte, giebt sie Roth. Dies ist das nemliche, was (vom Entgegengesetzten) die bedingte giebt. Das Auge zusammen hat weniger Licht; es ist dunkler, schwärzer, in ihm, und dies ist nichts, als die Art, wie das Phänomen derselben Einen Farbe, des Roths, entstanden und vorhanden nach beyden Erregbarkeiten zugleich, von ihm beurtheilt oder angesehen wird. Man nehme die eine Erregbarkeit, die bedingte, weg, und wo das Auge Schwarz haben sollte, hat es wirklich nur Roth. (Vergl. §. 100.)

§. 109.

Ich wünsche, daſs man die Resultate der vorigen §§., so paradox sie auch scheinen mögen, in eine ernstere Erwägung nehmen möge. Sie haben sich aus den dafür angeführten Versuchen ohne Weiteres ergeben, und müssen also den nemlichen Grad von Gültigkeit haben, den letztere hatten. Statt der zu ihrer Darstellung mit Absicht gewählten gewöhnlichen Sprache der Schule, wird jeder, der überhaupt Sprachen versteht, leicht diejenige finden, in die er sich

dieselben übersetzen kann. — Das einzige, woran man noch Anstoſs zu nehmen, Ursach zu haben glauben möchte, ist, daſs die Netzhaut, und gerade da, wo, besonders bey uns, das Licht auf sie einfällt, und alles auf und in ihr darstellt, was wir sehen, vielleicht nicht die gehörige Dicke oder Stärke hat, um alles Licht, was auf sie, und dazu noch in der Concentration, in die es durch die Linsen-ähnliche Wirkung der übrigen Theile des Auges versetzt wird, einfällt, wirklich aufzunehmen. Ich habe deſshalb noch die Rechtfertigung dessen nachzuholen, was ich § 106. S. 215. von der Hinlänglichkeit der zur Aufnahme des Lichts bestimmten Masse jenes Nerven, als ausgemacht voraussetzte. Es ist mehr als wahrscheinlich, d. h. gewiſs, daſs, wenn das Licht, was zur Bewirkung des Sehens ins Auge fällt, von der nemlichen Intensität, wie das, was in §. 103. auf das Hornsilber fällt, wäre, die Masse der Retina bey weitem nicht zureichen würde, alles aufzunehmen. Nur der brechbarere Theil desselben würde ganz von ihr gebunden werden können, der minder brechbare dagegen nur zu einem sehr kleinen Theile. Das Blau, was jener in der bedingten Erregbarkeit setzte, würde dann das Blau, was dieser in der unbedingten gäbe, bey weitem übertreffen, und das Gleichgewicht beyder nicht möglich seyn, welches zur reinen Erscheinung des Weiſs erforderlich ist. Dazu käme noch, daſs die bedingte Erregbarkeit nicht einmal hinreichte, den brechbareren Theil des Lichts so ganz aufzunehmen, als nöthig wäre, damit die unbedingte bloſs der minder brechbare träfe. Der Ueberschuſs des erstern aber

hätte in letzterer Roth zu setzen, und dieses würde im Grade seines Eintritts sogar die Möglichkeit des gleichzeitigen Auftretens von Blau in selber auf ähnliche Weise stören, wie, wo sie ganz allein zugegen ist, und einfallendes weifses Licht nicht Roth und Blau zugleich, sondern blofs das erste, oder das giebt, was die mehr brechbaren Stralen mit ihr setzen; es entstände der Fall, wo entgegengesetzte Farben an den entgegengesetzten Erregbarkeiten gesetzt werden. Wir haben noch nicht davon gesprochen, wie alles dies sich in der Gesammtanschauung ausnimmt, können aber doch leicht sagen, was letztere geben mufs, und um so mehr, da die Umstände wirklich oft genug so sind, wie selbige hier angenommen werden. Wir dürfen nemlich blofs darauf achten, was geschieht, wenn wir das Auge in der That einem Lichte von solcher Intensität aussetzen, wie das ist, was in §. 103. die Silberpräparate traf. Zuerst sind wir geblendet. Ein Zustand unerträglicher Unbestimmtheit trifft das Auge, der weder mit Farben, noch mit Schwarz oder Weifs, zu vergleichen ist. Man könnte es ein Blindseyn mit gesundem Auge mitten im Lichte nennen. Es ist in ein demselben so widernatürliches Verhältnifs versetzt, dafs es für lange sich nicht darein zu finden weifs. Nur mit Anstrengung bringt man es endlich dahin, wirklich zu sehen, und bestätigend genug für alles Vorige ist, dafs dann das Sonnenbild anfängt, bläulich zu erscheinen, wie ich dies bey Anstellung der in §. 99. beschriebenen Versuche beständig bemerkte, (vergl. Gilbert's Annalen, B. XIX. S. 12.), und auch D. F. W. Darwin es erzählt, (s. E. Darwin's Zoo-

nomie, B. I. Abth. II. S. 548. 550.) *). Es ist offenbar das Blau der bedingten Erregbarkeit was durch kein in der unbedingten gesetztes gleiches, wenigstens nicht so weit, aufgewogen wird, dafs es zusammen Weifs gäbe**). S. § 107. Auch ist immer noch Blendung damit verbunden, wahrscheinlich nichts als die Folge eines Antheils in der unbedingten Erregbarkeit zugleich gesetzten Roths, der einen ihm entsprechenden Antheil Blau der bedingten Erregbarkeit annihilirt. Früher, bey voller Blendung, war ersterer gröfser; vielleicht, dafs ein sehr starkes Licht, noch ehe es die empfindende Retina trifft, die Theile, welche es durchläuft, erst nach und nach zu einem Grade minderer Durchsichtigkeit bringt, der vorher nicht Statt hatte, so, dafs nun das auch in der unbeding-

*) Läfst man weniger Licht ins Auge fallen, indem man z. B. durch die hohle Hand, oder durch ein nicht zu langes enges Rohr, in die Sonne sieht, so erscheint sie gleich von Anfang an Blau oder bläulich.

**) Auch scheint hierher die bläuliche Nuance zu gehören, die so vieles ganz Weifse, bey schon blofs starker Erleuchtung zeigt; desgleichen das Bläuliche starker electrischer und galvanischer Funken, deren Licht intensiv genug ist, um es mit Wilkinson und Herschel (s. Nicholsons *Journal of natural philosophy*. 8. Vol. VIII. p. 73.) dem der Sonne vergleichen zu können, die ins Blaue spielende Farbe des Lichts, mit dem manche vorzüglich lebhafte Verbrennungen begleitet sind; u. s. w.

ten Erregbarkeit von mehr- brechbarem Lichte gesetzte Roth, weil dieses selbst ein minderes für sie geworden ist, das Blau in der bedingten nicht mehr gänzlich aufhebt, indem jetzt nach Verhältnifs diese mehr von ihm trifft, wie die unbedingte, und als vorher *).

Ein so heftiges Licht aber, wie hier, trifft das Auge, für gewöhnlich, nie; es wäre sogar seinem Zweck zuwider. Auch stellt es sich, sich selber überlassen, von selbst schon immer nach dem Grad des Lichts, der ihm zu allem, was es soll, der zuträglichste ist, und steht von seinem Vorsatz eher ganz ab, als dafs es ihn mit Schaden für sich selbst ausführe. Es ist ein Licht, was man sehr gut auf 100 auch wohl 1000 Mal geringer schätzen kann, als das der freyen Sonne selbst, was dem Auge alle die Deutlichkeit und Klarheit, die es nur wünschen kann, gewährt. Lambert und andere mit ihm **) setzten das Sonnenlicht 277,000 Mal stärker, als das des vol-

*) Später, wenn das Licht die bedingte Erregbarkeit abgestumpft, und fast gänzlich aufgehoben, d. i. nach 15, 20, oder mehr Minuten, erscheint die Sonne dem Auge (wie jedes Andere, was ihm mit weifsem Lichte leuchtet, s. §. 100.), gelb oder gelbroth. Jetzt nämlich trifft der brechbarere Theil des Lichts das Auge, wegen eingetretenem geringern oder gröfserm Mangel der bedingten Erregbarkeit, mehr in der unbedingten, als in dieser, womit das Roth das Herrschende wird.

**) S. Priestley's Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik. A. d. Engl. von Klügel. 1772. 4. S. 324.

len Mondes, und sie finden sogar Grund, zu glauben, daſs es um ein sehr Beträchtliches noch stärker ist. Es sey indeſs dies nicht, es sey sogar nur 100000 Mal stärker, wie letzteres. Wird nicht ein Licht, was 100 Mal so stark ist, als das Mondenlicht, schon zu aller möglichen Deutlichkeit des Sehens hinreichen? *) —

*) Ein schönes Beyspiel, durch wie weniges Licht dem Auge schon alles geleistet ist, was es zum Sehen fordert, ist die Flamme des ersten besten gewöhnlichen Talg- oder Wachslichts. Diese Flamme ist äuſserst durchsichtig, (s. Gr. von Rumford in Gren's Neuem Journ. d. Physik, B. II. S. 55. u. f.). Man halte aber, (in einem dunklen Zimmer oder bey Abend), irgend einen Körper so nahe hinter sie, als man nur will, und man sieht, ohngeachtet der Menge von Licht, die von ihm reflectirt wird, und durch die durchsichtige Flamme, wie das der letztern selbst, nach dem Auge geht, doch nichts von ihm. Erst, wenn zugleich ein anderes starkes und noch stärkeres Licht wie das der Flamme zugegen ist, wird man auch ihn gewahr, beständig aber nur sehr schwach, und befindet sich der Körper hinter der Flamme zwischen ihr und dem neuen Lichte, so ist es bloſs sein Schatten, den man sieht. Wie stark dies hintere Licht aber gegen das vordere der Flamme sey, erhellt am besten aus dem Grade, in dem das Licht der letzteren gegen ersteres verschwindet. „Selbst in einer Lage, wo das Licht nicht einmal so stark ist, um die Augen so sehr zu blenden, daſs man den Körper der Kerze und den Docht nicht deutlich sehen kann, ist nicht der mindeste Schein der Flamme zu unterscheiden, obgleich die Kerze die ganze Zeit hindurch sehr gut brennt." (Gr. von Rumford, a. a. O. S. 57.). Das nur um so viel hellere Licht hinter der Flamme + dem der Flamme, ist von dem ersteren allein so äuſserst wenig verschieden, daſs der Unterschied nicht mehr zu be-

Es möge sogar 1000 Mal so stark erforderlich seyn, und es ist immer noch erst der 100ste Theil des Lichts der Sonne selbst. Man setze aber einem solchen Lichte, was 100 Mal schwächer, als das der Sonne, ist, die nemlichen Silberpräparate, wie in §. 103., aus. Sie werden sich auch verändern, aber bey weitem langsamer. In gleichen Zeiten kann die Wirkung nur das Hunderttheil von der betragen, die im Sonnenlichte selbst Statt hat. Zugleich muſs auch die Tiefe, bis zu der die Wirkung eindringt, die Breite des Spec-

merken ist, was bey einem so geübten Organ, wie das Auge ist, viel sagen will.

Ein zweytes gutes Beyspiel von dem geringen Grade des Lichts, der alle mögliche Deutlichkeit im Sehen giebt, sind Herschel's Beobachtungen über den Grad der Deutlichkeit der Gegenſtände in den verschiedenen Farben des Prismabildes. Grün und Gelb sind die leuchtendsten Farben, von hier aus nimmt nach beyden Seiten des Bildes die Erleuchtung ab, und um so schneller, je mehr man letzteren sich nähert; das Roth erleuchtet nach Verhältniſs schon sehr schwach, doch leuchtet auf der andern Seite schon das Blau nur noch so stark, wie dieses, das Indigo, und mehr das Violett, also, noch äuſserst viel schwächer. (Vergl. S. 206. Anm.) Und dennoch ist, aller Schwächung, die das Licht beym Durchgang durch das Prisma, und noch zum zweyten Male durch die fächerartige Ausbreitung hinter demselben, erleidet, ohngeachtet, die Deutlichkeit, in der man Gegenstände sieht, im dunkelsten Violett noch eben so stark, als im hellesten Gelb oder Grün. S. Gilbert's Annalen, B. VII. S. 142. 143.

Auch die ganz auſserordentliche Verdünnung des Sonnenlichts bey Mikroscopen, bey der demohngeachtet noch kein Mangel an Deutlichkeit zu bemerken ist, gehört hieher.

trums, in welches sich dieses weit schwächere Licht, um absorbirt zu werden, in der Masse des Präparats aufschlägt, weit kleiner seyn, denn bey weniger Licht kann von verschiedenen nacheinander folgenden und immer tiefer liegenden Punkten *a*, *b*, *c*, *d*, ..., *b* schon z. B. das Gelb und Roth anziehen, indem *a* bereits alles brechbarere aufzunehmen groſs und stark genug war, statt daſs, bey mehr, und sehr viel mehr Licht, *b* noch mit Blau, ja gar mit Violett noch, beschäftiget ist, und Gelb und Roth erst auf *m* und *n*, oder selbst *x* und *y*, fallen. In §. 103. betrug jene Breite oder Tiefe des Spectrums vor dem ungeschwächten Sonnenlicht selbst, höchstens nur $\frac{1}{4}$ Linie. Wir wollen annehmen, daſs sie von dem 100 Mal schwächerm, nur 10 Mal weniger betrage, (das Billigste, was wir setzen können), und wir erhalten zur Breite oder Tiefe jenes Spectrums schon nur $\frac{1}{40}$ Linie, d. i. eine Stärke, die von der der Retina, da wo das Licht im Auge auf sie einfällt, gewiſs noch übertroffen wird. Ich habe mehrmals mäſsig geschwärztes Hornsilber, wie in §. 103. *B*, an sonnenhellen Tagen an schattigen Orten ins Freye gestellt, wo es natürlich einem eben so starken reflectirten Sonnenlicht ausgesetzt war, als das Auge, wenn man im Schatten steht, und auf eine von der Sonne rings herum und bis nahe ans Auge unmittelbar beleuchtete Gegend hinaussieht. Die stärkere Schwärzung auf der Oberfläche hatte Statt; ich lieſs sie durch sehr langes Stehen an dem Lichte zu einem ziemlich hohen Grade kommen. Untersuchte ich aber nachmals das Präparat mit dem Messer, so war mit bloſsem Auge nichts von einer ausgebleichteren Schicht gleich unter der hier

äuſserst dünnen schwärzer gewordenen obern zu entdecken. Erst eine starke Loupe fand sie auf und unterschied sie. Auch war sie so fein und lag der obern schwärzern so auſserordentlich nahe, daſs keine Dimensionen zu bestimmen waren.

Was endlich die Concentration des Lichts durch die Linsenähnliche Wirkung des Auges, (S. 224.), betrifft, so wird, was sie von Lichtverstärkung hervorbringen könnte, gewiſs durch die Schwächung wieder aufgehoben, die das Licht bey den vielen Brechungen erleidet, denen es, noch ehe es zur Retina gelangt, ausgesetzt ist, und überhaupt scheint jene Einrichtung des Auges einen Zweck zu haben, der sich mehr auf die räumlichen Verhältnisse des Bildes, die Setzung einer bestimmten Entfernung, aus der ein gegebener Gegenstand mit dem Maximum von Schärfe und Einfachheit seines Bildes erscheint *), u. s. w.,

*) Daſs diese Setzung einer bestimmten Sehweite (*Distantia visionis distinctae*), ein sehr wichtiger und vielleicht der wichtigste Zweck jener Einrichtung des Auges ist, leuchtet schon daraus ein, daſs die Sphäre der höchsten Erkennbarkeit der Gegenstände nothwendig endlich seyn muſs, damit das Auge sich in keiner Unendlichkeit gleich scharfer und detaillirter Anschauungen so zerstreue, daſs es nur mit einer Mühe, die mit seiner Bestimmung in einem zu groſsen Contrast stehen würde, sich bey einzelnen vorzüglich verweilen könnte. Zugleich dient ihm die bestimmte Sehweite zu einem ersten Maaſse der Entfernung der Gegenstände vom Auge. Auch ist es nicht einmal eine Fläche, auf die etwa, in einer bestimmten Entfernung vom Auge, die höchste Deutlichkeit der Gegenstände fiele, sondern, genau genom-

bezieht, als etwa auf die Intensität dieses Bildes, die schon durch die zur Deutlichkeit des Sehens überall mehr als hinlängliche Quantität von Licht gesichert genug ist. —

§. 110.

Wir kehren nach dieser Abschweifung (§. 102—109.), die das Frühere (§. 97—101.) so mit sich brachmen, nur ein Punkt, wodurch dem Auge sein Geschäft noch mehr erleichtert wird.

Was ich übrigens von Schärfe und Einfachheit des Bildes in dieser Entfernung (und an diesem Punkte) oben sage, ist noch in einem andern Sinne gemeint, als in dem, in welchem man die Sache gewöhnlich dargestellt findet. Das Auge nemlich gleicht gewissermaſsen dem Doppelspath, es giebt von einem und demselben Gegenstande mehrere Bilder, und die *Distantia visionis distinctae* ist diejenige Entfernung, in der das Auge ganz bestimmt und allein nur Ein Bild sieht. Näher oder entfernter sieht es beständig mehrere, die zum Theil sehr bestimmt von einander geschieden sind.

Am deutlichsten verfolgt man den Gang des Auges in dieser Hinsicht, wenn man durch ein Stück glattes schwarzes Papier mit einer feinen Nadel ein sehr kleines Loch sticht, und dieses in verschiedene Entfernungen vom Auge bringt, während hinter dem Papier eine starke Erleuchtung zugegen ist. In der gewöhnlichen Sehweite erscheint dieses Loch durchaus einfach und scharf begrenzt. Dem Auge etwas genähert, erscheint es zuerst doppelt, und beyde Bilder sind wohl um $\frac{1}{3}$ Linie und darüber von einander entfernt, ohne daſs noch andere deutlich erschienen. Die Linie vom einen zum andern macht mit einer durch beyde Augen gezogenen einen Winkel von etwa 10 bis 15 Graden, dessen

te, daſs es kaum mehr eine zu nennen ist, zur ferneren Verfolgung des Gegenstandes dieses Abschnitts

Oeffnung beym rechten Auge links, beym linken rechts, liegt; wie man den Kopf, oder bloſs das Auge, auch wende, immer bleibt das Verhältniſs das nemliche. — Nähert man das Papier dem Auge noch mehr, so treten zwey neue Bilder von dem kleinen Loch zu dem vorigen; die Linie, welche sie verbindet, durchschneidet die Linie der ältern gröſseren ziemlich im rechten Winkel, so daſs sie zusammen ein schiefes Kreuz bilden. Wie man jetzt fortfährt, das Loch dem Auge zu nähern, treten um und zwischen den ersten vier immer mehr Bilder hervor, und ist das Papier endlich nur noch 3 bis 2 Linien vom Augapfel entfernt, so ist eine völlig runde Sphäre von einer zwar unzähligen, aber demohngeachtet nicht unendlich zu nennenden Menge von Bildern entstanden, die $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll im Durchmesser hat. War das Loch etwas weit, so hat sie bloſs das Ansehen eines weiſslichen halbdurchsichtigen Flors, war es aber so klein, wie man es mit der Spitze einer ganz feinen Nähnadel zu machen im Stande ist, so ist diese ganze Fläche mit einem Gemisch von dunkeln und hellen Flecken, wovon die letztern sämmtlich rund, und von sehr kleinem, doch gröſsern Durchmesser, als der des Loches selbst in der gehörigen Sehweite ist, sind, übersäet, und man sieht wie durch einen schwarzen sehr wenig durchscheinenden Flor. Innerhalb dieser Scheibe befindet sich ohngefähr $\frac{1}{12}$ ihres Durchmessers vom Mittelpuncte ab nach unten und beym rechten Auge links, beym linken rechts, eine ganz schwarze l i c h t l e e r e, beynahe runde S t e l l e. Ueber ihr, beträchtlich weiter vom Mittelpuncte nach oben und der andern Seite hin, ist dagegen eine vollkommen runde eben so groſse, aber sehr l i c h t v o l l e Stelle, und die Linie durch sie und die vorige dunkle geht nicht genau durch den Mittelpunct der ganzen Fläche. Auſser diesen beyden vorzüglich dunkeln und hellen Stellen,

und seiner Resultate zurück. Wir verlassen somit das Auge, und kommen zur Betrachtung des Verhaltens

sind noch mehrere vorhanden, die sich ebenfalls, nur nicht in dem Grade, vor den übrigen auszeichnen. Dahin gehört vorzüglich ein weifslicher runder Fleck, der etwa 2 Linien von dem ersten weifsen (beym rechten Auge nach rechts, beym linken nach links), entfernt ist. Dieser und der vorige weifse Fleck zusammen scheinen ziemlich genau die beyden nemlichen Bilder zu seyn, die anfangs zuerst sich bildeten; ihre Lage gegen einander ist nur wenig schiefer, wie die der ersten; doch kann man jene nicht ungestört bis zu diesen fort verfolgen. Der schwärzliche Fleck scheint übrigens nur die Stelle zu bezeichnen, aus der das helleste Bild von allen, die im ganzen Felde von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Durchmesser vorkommen, weggehoben ist.

Entfernt man das Papier, von der gewöhnlichen Sehweite aus, noch weiter vom Auge, so geht das einzelne Bild des Lochs in jenem ebenfalls, doch bey weitem nicht so schnell, in mehrere über. Ihre Lage gegen einander ist ziemlich die, in der sie sich bey der Näherung befinden, die Ordnung aber, in der sie erscheinen, ist von der vorigen verschieden. Zwar hält es schwer, über die Sehweite hinaus genau zu beobachten, und man kann nur von dem, was in den ersten Zeiten sich ergiebt, mit einiger Bestimmtheit sprechen. Soviel ich aber hier unterscheiden kann, treten zuerst diejenigen beyden Bilder von einander, die vorhin die zwey spätern von den ersten vier waren: ihnen folgen dann diejenigen zwey, die vorhin die ersten waren. In gröfserer Entfernung bildet sich ebenfalls eine gröfsere runde Scheibe sehr vieler Bilder, wovon abermals eines das ganz vorzügliche ist, das Nähere aber genauer anzugeben, ist, mir wenigstens, unmöglich.

Aus allem folgt, dafs das sogenannte undeutliche Sehen aufserhalb der gewöhnlichen Sehweite, mehr von einer Viel-

eines andern Sinnes im Kreiſse der Galvanischen Kette und Säule, des Gefühls. — Bey diesem Sinne zeigt

fachheit (obgleich sicher nicht Unendlichkeit) der Bilder Eines und desselben Gegenstandes, die sich miteinander vermischen und sich stören, als von irgend einem andern Umstande, herrühre. Eben so, daſs die Gröſse sehr nahe gehaltener Gegenstände weit mehr dieser Ausbreitung und Nebeneinanderlagerung mehrerer und vieler Bilder, als von dem bloſs gröſseren Winkel, unter dem man den Gegenstand jetzt sieht, herkomme. Von letzterem kann man sich noch auf sehr einfache Art folgender Weise überzeugen. Man sticht in ein Blatt schwarzes Papier zwey kleine Löcher ohngefähr 1 Linie von einander, und bringt dieses Papier ganz nahe vor das Auge, (2 bis 3 Linien von ihm). Jedes Loch breitet sich zu einem Umfange der Summe seiner Bilder von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Durchmesser aus. Die Lichtscheiben beyder aber stehen nicht neben einander, wie zuvor, sie greifen so in einander ein, daſs die Peripherie der einen durch das Centrum der andern geht. Sind beyde Löcher nur etwa $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ Linie von einander, so decken sich ihre Kreiſse so vollkommen, daſs ihre Centra kaum mehr als 1 Linie von einander fallen. — Auch die Kreiſse zweyer nahe liegenden Löcher, die vom Auge über die Sehweite hinaus entfernt werden, breiten sich so aus, daſs sie einander endlich decken, und doch nimmt der Sehwinkel hier geradezu ab.

Ich kam auf diese Beobachtungen bey Gelegenheit einer Untersuchung über die doppelte Stralenbrechung. Verschiedene Körper, und zuletzt alle durchsichtige, zeigten mehrere Bilder, sobald die Nadel, oder welches sonst der Gegenstand war, zu nahe oder auch zu fern vom Auge war. Sie blieben, als ich jene Körper ganz wegliefs, die überhaupt nichts daran änderten, da es solche waren, die nur einfach brachen, (Wasser, Glas, u. s. w.). Ich empfehle daher die Beobachtung der gehörigen Sehweite allen denen, die über Ein-

sich etwas, das mit dem, was wir in §. 97. beym Auge vorfanden, die höchste Aehnlichkeit hat. Ist man nur mit der bedingten Erregbarkeit im Kreifse der Kette und Säule, so bewirkt der positive oder Zinkpol ein Gefühl von Wärme, der negative oder Silberpol hingegen das entgegengesetzte der Kälte. S. §. 89. Ist die Säule aber, und der Werth der Action, die bey gleicher Spannung ersterer durch die Güte der Leitung des Körpers bestimmt wird, grofs genug, um auch in die unbedingte Erregbarkeit übergreifen zu können, so werden die Producte mit dieser, welche die umgekehrten von denen mit der vorigen sind, nach und nach die überwiegenden, und statt Wärme erregt der positive Pol Kälte, statt Kälte der negative Pol Wärme. S. §. 92. Während man, zu Folge der blofs bedingten Erregbarkeit am +- Pol Wärme, am —- Pol Kälte hat, empfindet man zugleich Expansion an jenem, und Contraction an diesem Pole. Man sollte glauben, auch diese Empfindungen müfsten sich umkehren, wenn später die Action, indem sie in die unbedingte Erregbarkeit übergreift, die Temperaturen

fach- oder Mehrfachheit der Stralenbrechung an Körpern, aus dem blofsen Durchsehen durch dieselben auf Gegenstände, entscheiden wollen. Die nähere Untersuchung der Eigenschaft des Auges aber, unter oder über seine Sehweite hinaus doppelte und vielfache Bilder zu geben, überlasse ich denen, die sie aus dem Baue des Auges selbst zu führen verstehen. Offenbar ist diese scheinbare Unvollkommenheit desselben nichts als ein Mittel, es der höchsten Vollkommenheit in Erfüllung seiner Bestimmungen fähig zu machen.

umkehrt. Allein, obschon die Wärme am +- Pol in die ausgezeichneteste Kälte, die Kälte am —- Pol in die ausgemachteste Wärme, (s. S. 165.), übergegangen ist, bleibt doch an jenem Pole das Gefühl der Expansion, an diesem das der Contraction, beydes wie zuvor, ja es ist sogar gestiegen, und fährt fort zu steigen, wie stark die Action auch wird. Vergl. Gilbert's Annalen, B. XIX. S. 10. Expansion und Contraction verhalten sich hier genau wie in §. 97. Der positive und negative Lichtzustand, das Hell und das Dunkel, während Wärme und Kälte sich wie die Farben, das Blau und das Roth, verhalten und wechseln. Die letztere Uebereinstimmung wird noch bedeutungsvoller, wenn man bemerkt, dafs bey gleicher Güte der Leitung die Umkehrung der Wärmegefühle, so genau sich das bestimmen läfst, auch bey derselben Lagenzahl der Säule beginnt, als die der Farben, und mit demselben Umstand, dafs für die Umkehrung der Kälte am —- Pol in Wärme eben so verschiedene Lagen mehr, wie für die der Wärme am +- Pol in Kälte, erfordert werden, als für die Umkehrung des Roths am —- Pol in Blau, in Bezug auf die des Blaues am +- Pol in Roth. Es scheint volles Recht da zu seyn, auf diesen Fall anzuwenden, was für den ähnlichen beym Auge in §. 101. gefunden wurde. „Es mufs aufser dem Einflusse im Kreifse der Säule, der am einen Pol dieses, am andern jenes Temperaturgefühl gab, noch ein anderer zugegen seyn, der kein solches, sondern blofs den ohnehin schon beständig in den Organen des Gefühls vorhandenen Grad von Expansion, (ihres Turgors, Vollgefühls, u. s. w.), an diesem Pole erhöht, vermehrt, an jenem vermindert.

Auch wird diese Action, der Pol der Säule, welcher höhere Expansion, Expansion überhaupt, setzt, es nur vermöge des Daseyns beyder Erregbarkeiten, und eben so der andere Pol derselben, welcher niedere Expansion (Contraction), setzt, es nur vermöge dieses Gesammtdaseyns beyder setzen, während der polarische Einfluſs der Säule, welcher nur auf Temperatur ausgeht, dazu fürs erste bloſs die eine, die bedingte Erregbarkeit, in Anspruch nimmt, und erst, wenn er gröſser ist, als der Theil, von dem diese Erregbarkeit Gebrauch machen kann, mit seinem Ueberschusse hierüber in die andere, die unbedingte, eingreift, hier die umgekehrte Temperatur setzt, und sie, sobald das Product der Erregung des letzten Falles gröſser, als das des erstern, ist, zur herrschenden, mehr oder weniger allein erscheinenden, erhebt, im Grunde also immer nur eine Erregbarkeit dazu nöthig hat.“ Die Gefühlsorgane sind somit beym Bemerken von Expansion und Contraction auf ganz andere Art beschäftiget, als bey dem von bloſsen Temperaturen. Wärme und Kälte sind nur die Pole derjenigen Indifferenz, die mit Expansion und Contraction vermehrt und vermindert wird, eben so, wie Blau und Roth die Pole des indifferenten ungefärbten Lichts sind, welches beym „positiven und negativen Lichtzustand“ vermehrt und vermindert wird.

§. 111.

Man hat noch wenig darnach gefragt, ob der Schlag im Kreiſse der Galvanischen Kette und Säule, sofern man ihn fühlt, nur die Art sey, wie sich die

durch die Action letzterer im Körper hervorgebrachte Muskelcontraction, oder die Reizung der Nerven, auf welche sie erfolgt, im Gefühl ausnehme oder nicht? — Ich selbst habe diesen Umstand erst ganz neuerlich genauer beachtet, aber beständig gefunden, daſs der Act der Muskelcontraction, und der ihr vorhergehenden Reizung der zu diesen Muskeln gehörigen Nerven, so weit letzterer sich auf ersteren bezieht, für das Gefühl ganz und gar nicht vorhanden sey. Man kann sich z. B. bey einer gut gebaueten Säule von 100 Lagen, und guter Armirung der Hände, leicht starke Zusammenziehungen der Muskeln in den oberen Theilen der Arme, zwischen dem Handgelenke und dem Ellenbogen, oder auch noch zwischen diesem und der Schulter, erregen, und doch hat sich das gleichzeitige Gefühl der Expansion und Contraction, und das andere der Kälte und Wärme, weiter nicht, als höchstens bis in die Gegend der Handgelenke erstreckt. Zwar sind auch da, wo man diese Gefühle hat, nicht unbedeutende Muskelzusammenziehungen vorhanden, allein, da, wo das Gefühl nichts mehr angiebt, an den obern Theilen der Arme, sind die Muskelcontractionen eben so heftig und bedeutend, als weiter unten, wie man davon den dritten überzeugen kann, wenn man ihn den Arm vorher mit der Hand fest umspannen läſst, wo er dann die Gewalt der erregten Muskelbewegungen eben so deutlich wahrnehmen wird, wie S. 141. mit dem auf den sich contrahirenden Frosch gebrachten Finger. Mit gleicher Bestimmtheit hat man die Nullität der Muskelcontraction für das Gefühl, wenn man die Pole der Säule auf die Oberarme selbst bringt.

Hier sind es gewöhnlich nur kleine Stellen, an denen auf das Gefühl gewirkt wird, während die durch die Action der Säule erregten Muskelcontractionen sich zu beyden Seiten weit über die Gegend der vorhandenen Empfindung hinaus erstrecken. Die einzige Art, auf die sich diese Bewegungen dem Gefühle verrathen, ist rein mechanisch und äufserlich, und bezieht sich auf das blofse Getast. Die Dimensionsveränderungen der Muskeln wirken blofs, indem sie dadurch andere mechanische oder räumliche Verhältnisse zu den übrigen Theilen eingehen, durch Druck, neue Berührungen, u. s. w. Diese Art von Gefühl hat volle Aehnlichkeit mit dem, was man hat, wenn man einen oder mehrere Froschschenkel, die so eben in Contraction versetzt werden, auf dem Arme liegen hat, oder in der Hand gefafst hält. Ein dynamischer Einflufs auf das Gefühl ist gar nicht vorhanden.

§. 112.

Das erste, was sich hieraus ergiebt, ist, dafs die Erregbarkeit der Nerven, insofern sie sich auf Contraction der zu ihnen gehörigen Muskeln bezieht, „ganz von der verschieden" seyn müsse, mittelst welcher Electrisirmaschine, Leidner Flasche, Galvanische Kette und Säule, Empfindungen hervorbringen, dafs also, will man erstere — und warum nicht? — einen Sinn des Körpers, den Bewegungssinn etwa, nennen, dieser Bewegungssinn von dem Gefühlssinn ebenfalls gänzlich verschieden sey. In der That ist dies schon sobald gewifs, als man nur auf die Bewegungen, in die man selbst Organe und Muskeln versetzt, Acht giebt. Man bewirkt die stärksten, ohne

von ihnen anders zu wissen, als durch den Willen, vermöge dessen man sie bewegt. Und hat man dies gethan, so giebt nachmals bloſs, was für das Getast daraus entsprang, Nachricht davon. Von den unwillkührlichen Bewegungen weiſs man daher ganz allein insofern, als sie letzteres beschäftigen können, und da auch dieses in den meisten Fällen in keinem merklichen Grade der Fall ist, so sind sie für den Körper selbst auf gar keine Art empfindbar oder fühlbar.

§. 113.

Eine zweyte Folge aus §. 111. ist, daſs die bisherige Art sich auszudrücken, nach der man, wo eine Kette oder Säule, die Empfindungen von Wärme, Kälte, Expansion und Contraction, erregte, sagte, dies sey die Wirkung der Kette und Säule auf das Gemeingefühl gewesen, sehr unbestimmt war. Unter diesem verstand man andererseits und zuerst, nichts als das bloſse Getast. Das Vorige aber und eine Menge anderer Erfahrungen, die sich sogleich darbieten, lehren, daſs dieses von demjenigen Sinne, der durch die Action der Säule unter dem Namen des Gemeingefühls beschäftigt wird, abermals verschieden seyn müsse. Man könnte jenen den mechanischen Gefühlssinn, diesen den dynamischen, nennen. Der entscheidendste Beweis von der wirklichen Verschiedenheit beyder aber ist vor allem die Möglichkeit, daſs letzterer ganz fehlen kann, während ersterer noch in seiner Vollständigkeit da ist. Es gehören dahin die Beyspiele solcher Personen, die gegen den electrischen Schlag ganz unempfindlich waren, von denen noch neuerlich Clos

einige anführte. S. *Journal de physique*, *T. LIV.* (*Germinal*, *an X.*) *p.* 316. Auch für den Schlag des Zitteraals *) traf man mehrere Personen an,

*) Dafs dieser Schlag ebenfalls electrischer Art sey, ist vorausgesetzt, und wie alles andere schliefsen läfst, auch richtig vorausgesetzt genug. Vergl. Volta in diesen Beyträgen B. I. St. 4. S. 203. Ich vermuthete daraus, (a. a. O. B. II. St. 2. S. 39.), dafs diese Schläge zu den beyden Seiten des empfindenden Continuums, des Menschen, der den Kreifs schliefst, dieselbe Verschiedenheit der Qualität zeigen würden, wie electrische an der Leidner Flasche, langen Leitern, oder der Voltaischen Säule, und aus andern Gründen, dafs die Kopfseite dieser und ähnlicher Thiere sich wie die Silber-, die Schwanzseite aber wie die Zinkseite der Voltaischen Säule, oder jene wie die negative, diese wie die positive Belegung einer Leidner Flasche, verhalten werde. Ich habe später in den oben angeführten *Transactions of the American philosophical Society*, *Vol. II. p.* 169. eine Beobachtung von W. Bryant am Zitteraal (*Electrical Eel*, *Torpedo of Surinam*, *Gymnotus electricus*) gefunden, die ganz hieher gehört. „*The tail part to above one third of its length, occasions rather a numbnefs and tingling, than pain, but on applying the end of the fingers to the back, head, and under part of its body, it causes a sharp pricking pain.*“ Man vergleiche die Beschreibung dieses Unterschiedes mit der desjenigen an den beyden Polen der Säule in diesen Beyträgen B. II. St. 2. S. 29. u. f., (vergl. Gilbert's Annalen, B. VII. S. 455.), und man wird ihre Uebereinkunft eben so wohl, als die vollkommene Bestätigung des — - Pols für die Kopf-, und des + - Pols für die Schwanzseite jener Thiere, oder bestimmter, ihrer electrischen Organe, daraus ersehen.

die völlig unempfindlich gegen ihn waren. S. Flagg in *Transactions of the American philosophical Society.*

Diese Organe aber, ihrer Zusammensetzung nach, ferner noch mit Voltaischen Säulen zu vergleichen, wie Volta selbst zuerst es that, (s. diese Beyträge, B. I. St. 4. S. 221.), und ich es, (daselbst, S. 238. u. f.), noch ausführlicher zu thun bemüht war, bleibt so unmittelbar wohl nicht mehr möglich. Vor allem steht dieser Ansicht die weit vor Volta's Säule bereits von Spallanzani am Zitterrochen (*Raja Torpedo*) gemachte, und nachmals auch bey andern electrischen Fischen bestätigte, Entdeckung entgegen, daſs jene Organe sogleich aufhören zu wirken, als die in sie gehenden Nerven durchschnitten werden. S. *Journal de physique.* 1786, *Avril*, und Lichtenberg's Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, B. V. St. 3. S. 46. Nicht weniger, daſs die electrische Kraft auch mit dem Leben sogleich aufhört, wo doch die ganze Construction der Organe noch fast gar nicht verändert seyn kann. S. Fahlberg in *Kongl. Vetensk. Acad. Nya Handl. T. XXII. för ar* 1801. Q. II. p. 125. und v. Crell's chemische Annalen, 1802. B. II. S. 77.

Nachdem ich 1802 die im *Journal de physique, T. LVII.* (*Brumaire, an XII.*) p. 345—368., (vergl. Voigt's Magazin, B. VI. S. 104—129. u. 181—201.), beschriebenen Galvanischen Ladungssäulen entdeckt hatte, kam ich auf die Vermuthung, daſs jene Organe vielleicht mehr solcher Art, Ladungssäulen aus bloſs thierischen Substanzen bestehend, als primitive Voltaische aus dergleichen, wären. Diese secundären Säulen wurden dann vom Gehirn aus, welches jetzt als primitiver Electromotor erschien, sowohl in demjenigen Zustande beständiger schwacher Ladung oder Spannung, vermöge dessen Walsh z. B. beym Zitteraal an den in diesen Beyträgen B. I. St. 4.

Vol. II. Philadelphia, 1786. *p.* 171. Nirgends aber wird bemerkt, daſs diese Personen zugleich des Ge-

S. 241. Anm. erörterten neuen Sinn desselben denken konnte, erhalten, als auch in die verschiedenen höheren Grade von Spannung und Ladung, versetzt, die da wirken, wo der Fisch durch seine Willkühr thätig zu seyn scheint, und die, dem Electromotor namentlich, bis jetzt wohl darum nur immer noch entgangen sind, weil man dasselbe nie genau in den nemlichen Augenblicken, wo der Fisch gerade seine höchste Kraft äuſserte, auf schickliche Weise angewendet hat. (Vorzüglich beym *Gymnotus electricus* muſs es unmöglich seyn, nicht Electricität genug aufsammeln zu können, wenn man, vollends, indem man ihn zugleich heftig reizte, ihn den Schlag geradezu in eine nur etwas groſse electrische Batterie, deren beyde Belegungen man mit Kopf und Schwanz verbände, und die dem Fische, wegen ihrer groſsen Capacität, gewiſs nicht als ein Isolator vorkommen würde, [s. d. a. O.], geben lieſse.) In der That würden so eine Menge vorher unvereinbarer Phänomene, und besonders der so nothwendige Zusammenhang der die Erschütterung gebenden Organe mit dem Gehirn, verständlich seyn; auch die aus todten Substanzen gebauete Ladungssäule ist ohne, wenigstens kurz vorhergegangene, Verbindung mit der primitiven Voltaischen, Null. Dazu kommt, daſs diese Ladungsapparate im Fische selbst bereits eine Vollkommenheit erreicht haben könnten, die den andern anorgischen die Kunst, im Groſsen wenigstens, noch nicht ertheilt hat, die aber darinn besteht, nach der schwachen Ladung, in welcher sie, wie sie im Thiere gewöhnlich sind, sich beständig befinden, ohne eine weitere Vermehrung derselben, bloſs die Glieder erster Klasse, die, zu der Ladung, durch Glieder zweyter Klasse nothwendig unterbrochen seyn muſsten, in Contiguität unter einander, sey es auch nur in Puncten, setzen zu

tasts beraubt gewesen wären, was doch an sich schon einen so aufserordentlichen Umstand ausgemacht

können, wo denn, sobald als diese Contiguität eintritt, die Entladung um sehr viel heftiger wird, als sie unter jeden übrigen Umständen seyn kann. Vergl. Voigt's Magazin, B. VI. S. 199. Diese Contiguitätssetzung zwischen den Gliedern der ersten Klasse wäre dann etwas, was, wie es scheint, jene Fische durch eine äufserst einfache, und gewifs nur geringe, Compression oder Zusammenziehung der Organe selbst, bewerkstelligen könnten. — Allein auch dieser Ansicht bleiben Schwierigkeiten, die aus dem, was wir wissen, sich nicht heben lassen. Besonders steht ihr entgegen, dafs sie, nach scheinbar gänzlicher Ruhe, wahrhaft fürchterliche Schläge mit einer Schnelligkeit, und einer Grenze von Nichts und Allem, ertheilen, die so grofs und scharf ist, dafs sie alles übertrifft, was unsere Gesetze von Leitung, Ladung, Entladung und Beschleunigung derselben, geben können.

Das Wahre nach diesem allen schien mir daher zu seyn, dafs zwar wirklich die electrischen Organe jener Fische, zu ihrem Gehirn sich verhalten, wie ein an sich unwirksamer Apparat zu einer Electricitäts - und Spannungsquelle, (einem Electromotor), von der (oder dem) er selbst erst sein Wirkungsvermögen erhält, dafs aber dieser Apparat, und seine Verbindungsart mit der ihn belebenden Quelle, wesentlich von dem, den wir unter dem Namen der Ladungssäule kennen, und wie dieser mit dem Voltaischen Electromotor blofs verbunden zu werden nöthig hat, abweichen. Ueberhaupt kommt hier in ganz vorzügliche Betrachtung, was ich Beyträge B. I. St. 3. S. 157—160., über die Art, wie durch Galvanische Ketten und Säulen in den obern Theilen (den Hirnenden) von Nerven bewirkte Modificationen sich, längst diesen Nerven selbst nach unten (und den Muskeln) zu fortpflanzen, sagte. Man mufs die

hätte, daſs man seiner gewiſs gedacht haben würde. Zudem waren die meisten dieser unempfindlichen Per-

Nerven als Apparate ansehen, die allerdings alle Elemente zu einem Electromotor in sich haben, welche auch zu solchen, und zu Systemen derselben, bereits wirklich verbunden sind, an sich aber ein Geschlossenes machen, in welchem diese Elemente nicht sowohl in der Richtung der Länge, als bey weitem mehr in der der Breite des Nerven, seines Durchschnitts, Umkreises, u. s. w., mit einander zur Kette oder auch zur „Säule", (oder ihren Aequivalenten), verbunden sind, welche Reihe von Ketten, oder Galvanischen Systemen überhaupt, im Verlauf des Nerven in einer solchen Verbindung unter einander steht, daſs jede Veränderung, die in irgend einem derselben, im Grade der in seiner Schlieſsung zu verwendenden Spannung, der Heterogeneität seiner Glieder, u. s. w., durch Electricität, Galvanismus, Willkühr, chemische, mechanische Reize, u. s. f. hervorgebracht wird, sich sogleich allen übrigen mittheilt, indem sie in dieser Mittheilung, da, von wo aus sie begann, oder weiter ging, beständig wieder aufgehoben wird, so daſs zuletzt diese Modificationen nur noch an den Extremen des Nerven zugegen sind, und die Bewegung der Muskeln, da, wo die Nerven in solche endigen, die veränderte Action des letzten Systems, und deren Folgen, eben so angiebt, wie jeder andere inner sich mobile Leiter erster Klasse, (Quecksilber, leichtflüssiges Metall, u. s. w.), im Kreise einer in ihrer Action veränderten Kette oder Säule. (Vergl. Voigt's Magazin, B. IV. S. 93. 637—647., und Gehlen's Neues Allg. Journ. d. Chemie, B. III. S. 695. Es lassen sich hieraus sehr interessante Folgerungen für den Mechanismus der Muskelcontraction selbst ziehen, da sie in der That nichts ist, als das Phänomen des Benehmens eines inner sich beweglichen [verschiebbaren] Leiters erster Klasse im Kreiſse einer Kette, in der er von den übrigen

sonen, Frauenzimmer, bey denen jener Sinn vorzüglich ausgebildet zu seyn pflegt, die also seinen Man-

Gliedern derselben Art wenigstens auf einer Seite, [dem positiven Pol gegenüber], durch Leiter zweyter Klasse getrennt ist; wodurch es möglich wird, alle Resultate, die ein ferneres Studium jener Quecksilberphänomene z. B., geben wird, auf die Muskelsubstanz überzutragen.) Wo die Nerven in keine Muskeln endigen, bleibt die beym letzten Systeme angekommene Veränderung der Spannungen, die, wo die Leitung dieselbe bleibt, und das System vorher total geschlossen war, wie hier vorauszusetzen, allemal mit einem Hervortreten äufserer, freyer, begleitet seyn mufs, natürlich mehr oder weniger stehen, und erwartet erst das schliefsende Glied, was sie zu Null aufhebe. Und *so* möchte ich mir den Zustand vorstellen, in welchem sich die erschütternden Organe der electrischen Fische befinden. — Gern kann nun hinzukommen, dafs, als Folge der vielen Vereinzelungen der in diese Organe gehenden und sie gewissermafsen hauptsächlich ausmachenden Nerven, sich eine gleiche Menge einzelner Spannungen zu Einer grofsen Gesammtspannung, (wie die der einzelnen Lagen in der Säule zu der Einen letzterer), vereinigen, ja es ist sogar nothwendig: immer wird hieraus nichts, als eben der Grad von Wirkung, den diese Organe wirklich äufsern, und die hohe Wirksamkeit, in welche sie durch einen momentanen Act der Willkühr im Augenblicke wirklich zu versetzen sind, hervorgehen. — Man durchschneide jene Nerven, und alles fällt weg. Es fehlt der Zusammenhang mit dem Gehirn, als der Quelle aller der Spannungen, die in ihrer Verbindung die Wirksamkeit der Organe ausmachten. Doch mufs man sie durch alles von neuem beleben können, was durch abgetrennte Nerven, die mit Muskeln versehen sind, letztere zu Contractionen bringt, und ich kann z. B. dreist vorhersagen, dafs Organe des Zit-

gel, oder auch nur eine besondere Schwäche desselben, gewiſs zuerst verrathen haben müſsten.

teraa's, die nach der Trennung ihrer Nerven vom Gehirn ganz Null zu seyn scheinen, den vorher an ihre Enden angelegten Fingern oder Händen wieder *sehr starke Schläge* in dem Augenblick geben werden, als man die Hirnenden ihrer Nerven, auch nur in einer ganz kurzen Länge, auf gehörige Art in den Kreiſs einer mäſsigen Voltaischen Säule bringen wird, und eben so, wenn man, erst, während sie daran gebracht ist, die Organe mit dem Körper zur Kette schlieſst.

Mangel an Zeit und an Raum haben es mir nicht erlauben wollen, noch diesen *Beyträgen* eine eigene Abhandlung über den Act der Muskelbewegung, und den physikalischen Ausdruck der Willkühr, mitzugeben. Auſserdem würde alles, was ich hier, auch über die electrischen Fische, sagte, und einigen vielleicht noch nicht vollkommen verständlich ist, in völliger Klarheit und Nothwendigkeit erscheinen. Es würde sich gefunden haben, daſs, wie schon die *erschütternden Organe dieser Fische* — *Sinnesorgane* derselben sind, (s. *Walsh*), auch *alle übrigen Sinnesorgane*, und nicht etwa nur an diesen Fischen, sondern durch das ganze Thierreich hindurch, *electrische Organe ähnlicher Art* seyn, d. i. Nerven, die an ihrer äuſsern Endigung freye, wenn gleich meist nur schwache Spannung, haben, und daſs alle wirksame Einflüsse auf sie, eben so als schlieſsend für sie, (oder doch Spannungsändernd), angesehen werden können, wie die Hand, der Metalldrath, u. s. w., für jene ersteren Organe, und wie die Muskeln für die gewöhnlichen Bewegungsnerven es fortwährend sind. Durch alles dieses würde der Galvanismus im lebenden Körper ein neues äuſserst vortheilhaftes Detail bekommen haben, und eine Einheit in die Lebenserscheinungen gekommen seyn, wie sie zwar leicht zu fordern, doch

§. 114.

Gleich wichtig ist es, dafs diese Personen keinen Mangel an Sinn für Wärme und Kälte hatten, denn

nicht so leicht auch darzustellen ist. Vor jetzt aber kann ich aus jener Abhandlung nur noch, und wie ich glaube, sicher nicht zu früh, die Aufgabe erwähnen, welche aus ihr für die Experimentirkunst entsteht.

Was sie von Instrumenten, Apparaten, bis jetzt lieferte, und noch zu liefern, die Absicht haben kann und hat, geht endlich darauf hinaus, den Organismus, erst in seinen Theilen, und zuletzt, (wie sie das längst auch klar genug verrieth), im Ganzen, künstlich nachzuahmen. Wie weit ihr diefs gelingen könne, werde, oder schon gelungen sey, bleibt billig hier dahingestellt, nur das bemerken wir, dafs Volta's Säule nicht das letzte oder höchste electrische Werkzeug sey, was die Physiologie von ihr verlangen kann. Was sie zunächst zu liefern hat, ist ein Apparat, der den Nerven nachahmt, d. i., der, bey viel gröfserer Länge, als Breite, Dicke, oder Durchschnitt, und keiner andern Action, als zum Bestehen des Apparates unbekannter Composition selbst gehört, so dafs durch keine neue Schliefsung an der Seite neue Action, wie bey der Kette oder Säule, eintritt, — doch sobald Spannung, neue Wirkungsmöglichkeit, empfängt, als Galvanische Ketten oder Voltaische Säulen durch ihn eben so geschlossen werden, wie durch Nerven; diese Spannung aber, von dem Einwirkungsorte aus, und durch seine ganze Länge, weit über letzteren hinaus, fortpflanzt; diese Fortpflanzung der Spannung , ihren Auftritt an jedem entfernteren Punkte y, auf Kosten der vorher im Punkte x gewesenen, die dabey wieder Null werden mufs, bewirkt; und endlich sie am äufsersten Ende (oder dem letzten Punkte z) allein in ihrer ganzen Vollkommenheit stehen und beharren läfst: wo sich eine Art Voltaischer Säule zu bilden hat, deren

das wäre ebenfalls ein Umstand gewesen, den man schon seiner selbst wegen gewiſs nicht unbemerkt gelassen hätte, da man ihn, wo er sonst Statt zu haben schien, allemal als eine groſse Merkwürdigkeit ausgezeichnet hat. (Vergl. z. B. noch kürzlich den im Julius 1803. dem Nationalinstitut vorgestellten, und von Pinel und Huzard näher geprüften, gegen Wärme und Feuer fast ganz unempfindlichen Spanier, in Pfaff's und Friedländer's Neuesten Entdeckungen französischer Gelehrten, 1803. B. III. S. 149—151.) Es beweist, daſs die Fähigkeit Expansion und Contraction zu empfinden von der, bloſs Wärme und Kälte zu fühlen, eben so trennbar sey, als in §. 97. die Fähigkeit Weiſs und Schwarz, (Hell und Dunkel), zu sehen, sich trennbar von der zeigte, Farben zu bemerken. Erstere kann wegfallen, und letztere bleibt dennoch zurück. Die Bedingungen beyder sind von einander verschieden.

Daſs aber die Fähigkeit, Wärme und Kälte zu empfinden, nach ihrem Unterschiede von der für Expansion und Contraction, auch eben so wie diese wieder vom Getast verschieden sey, bewiesen schon früher Thatsachen, welche Darwin, in s. Zoonomie,

Wirkungsvermögen mit dem Grade der Einwirkung der wirklichen solchen Säule auf dieses ganze Instrument steigt, und so lange zugegen seyn muſs, als letztere Einwirkung fortwährt. — Auch hätte erst, wer dieses Instrument zusammensetzen könnte, entdeckt, was Volta irrig schon an seiner Säule gefunden zu haben glaubte: das wahre künstlich nachgeahmte electrische Organ des Zitterrochens u. s. w. —

a. d. Engl. von Brandis. B. I. Abth. I. S. 218—222., für die Unabhängigkeit des Wärmesinns von dem des bloſsen (mechanischen) Gefühls (des Getasts) anführte, besonders das S. 221. erzählte Beyspiel eines Mannes, dessen einer Fuſs gegen mechanische Reize durchaus unempfindlich war, die Nähe heiſser Körper aber sehr deutlich bemerkte. (Vergleiche auch diese Beyträge, B. I. St. 2. S. 170.)

§. 115.

Das Getast, der äuſsere Gefühlssinn, auch Körpersinn genannt, ist somit, — der mechanische vom dynamischen, — vollkommen unterschieden *). Ersteren könnte man überhaupt den äuſseren, mechanischen, schlechthin, nennen, da alle übrigen Sinne, das Gesicht, das Gehör, der Geruch, der Geschmack, der Sinn für Expansion, Contraction, und Temperatur, und der Bewegungssinn (§. 112.), innere, dynamische, „Sinne für Kräfte“ **), sind. Sie bilden gewissermaſsen ebenfalls wieder nur Einen, den innern, dynamischen, überhaupt, — im Gegensatze des ohnehin nur Einen äuſsern, mechanischen. Es herrscht ein Typus in den Phä-

*) Auch folgt dieſs schon daraus, daſs die Galvanische Kette und die Voltaische Säule, die alle übrigen Sinne afficiren, auf das Getast nicht im mindesten wirken. Denn was §. 111. hievon vorkommt, ist nichts weniger, als eine unmittelbare Einwirkung jener auf dasselbe, und überhaupt nur zufällig.

**) Vergl. Fr. Baader über das pythagoräische Quadrat in der Natur. 1798. S. 35.

nomenen der innern Sinne, und dieser ist durch alle derselbe. Der äufsere hingegen ist ganz ohne einen solchen. Zwar haben wir jenen Typus bis jetzt nur erst bey zwey Sinnen vorgefunden, dem Gesicht, und dem Gefühl, allein es ist keine Frage, dafs er sich auch bey den übrigen in künftigen Versuchen noch finden werde. Vergl. Gilbert's Annalen, B. VII. S. 475. Beym Bewegungssinn können wir ihn jetzt schon, und conform dem beym Gesicht und Gefühl, nachweisen. Wie letztere beyde der Darstellung einzelner Pole, (Farben, Temperaturen), und hierauf wieder einer Vermehrung und Verminderung der Indifferenz, (Expansion und Contraction, Hell und Dunkel) fähig sind, so werden auch im Bewegungssinne, erst polarische Veränderungen hervorgebracht, (s. Abschnitt VI.), und dann auch auf die Indifferenz selbst gewirkt, (s. Abschnitt V. §. 60.). Alle inneren Sinne erscheinen als Zweige Eines Stammes.

§. 116.

Eine und dieselbe Kraft der Natur, die Elektricität, beschäftiget alle inneren dynamischen Sinne, und bringt in jedem das hervor, wovon alle übrigen Wahrnehmungen dieses Sinnes nur nähere Bestimmungen sind. Wenn also je der Schlufs von der gleichen Wirkung auf die gleiche Ursache gültig war, so folgt hieraus, dafs Alles, was irgend durch die inneren oder dynamischen Sinne vernommen wird, durch Elektricität in ihnen hervorgebracht sey. Man vergleiche hierüber bereits die Schriften eines äufserst vortrefflichen, nichts destoweniger aber in völlige Vergessenheit gerathenen Physi-

kers und Physiologen des vorigen Jahrhunderts: Gerhard Andreas Müller's, besonders dessen Schreiben von der Ursache und von dem Nutzen der Elektricität, als ein Anhang der Untersuchung der wahren Ursache von Newton's allgemeiner Schwere. Weimar, 1746. 8. Elektricität aber kann wiederum nur auf Elektricität, positive auf negative, und umgekehrt, wirken, und solche fordern. (Vergl. diese Beyträge, B. I. St. 3. S. 154. 155.) Dasjenige also, was in den inneren Sinnen durch äufsere Einflüsse in Thätigkeit gesetzt wird, und in dieser Thätigkeit, (seiner Differenziirung, Polarisirung, Wiederindifferenziirung, u. s. w.), zur Wahrnehmung für uns wird, kann ebenfalls nichts seyn, als die nemliche Elektricität, die nemliche elektrische Indifferenz, welche aufser uns das Centrum dessen ausmacht, was auf uns einwirkt. Und in allen Sinnen mufs dieser Sinnenstoff, wie wir ihn nennen können, derselbe seyn.

§. 117.

Die objectivste Erscheinung dieses Sinnenstoffs, oder, was eins ist, der elektrischen Indifferenz selbst, ist das Licht. Seine verschiedenen Pole verhalten sich genau, wie die verschiedenen Elektricitäten. Sie erwecken dieselben Farben im Auge, bringen in chemisch veränderlichen Körpern dieselben chemischen Wirkungen hervor, und es ist zu erwarten, dafs eine Reihe sorgfältig unternommener und geschickt ausgeführter Versuche zeigen werde, dafs sie auch auf die übrigen Sinne ganz dieselben Wirkungen äufsern werden, wie die verschie-

denen Elektricitäten *). Das einzige, was der Identität des Lichts mit der elektrischen Indifferenz selbst im Wege zu stehen scheinen möchte, könnte seyn, daſs sich etwa fände, im Prismabilde sey nicht die mindeste sogenannte elektrische Spannung vorhanden. Hiergegen aber würde ich antworten, daſs diese Spannung bis jetzt nur dann die Elektricität begleitete, wenn sie an Körpern vorkam, woraus die Nothwendigkeit der Begleitung elektrischer Polarität mit Spannung, (solcher, die das Elektrometer angiebt), da, wo sie nicht an Körpern vorkommt, wie beym Licht, was nur so lange Licht ist, — nicht so geradezu folgt.

§. 118.

Die subjectivste Gegenwart jenes Sinnenstoffs ist unser Körper-Innerstes selbst.

*) Auf das Organ des Geruchs z. B., äuſsern sie dieselbe wirklich. Sitzt man in gehöriger Entfernung vor einem Prisma, so daſs das blaue oder violette Licht ins offne Auge fällt, so bemerkt man den nemlichen Drang zum Niesen, und zuletzt dieses selbst, welchen der negative Pol der Voltaischen Säule, (s. §. 86.), in der Nase hervorzubringen pflegt. Fällt hingegen das Roth ins Auge: so ist die Wirkung auf dieselbe Art die entgegengesetzte von jener, wie dort. Daſs aber Theile des Geruchsorgans sich wirklich bis ins Auge erstrecken, zeigt der erste beste Versuch, in welchem man, während man Mund und Nase völlig geschlossen hält, stark riechende Sachen, wie Lavendelgeist, vor die Augen hält, und darauf die nemliche Operation innen vornimmt, wie bey dem Einziehen von Luft durch die Nase u. s. w. Man riecht dann diese Dinge sehr deutlich.

Es ist hier Sinnenstoff des Bewegungssinnes, der damit als Grundsinn oder erster aller übrigen inneren Sinne erscheint. Seine Affectionen bieten uns daher auch keine besonderen Wahrnehmungen dar; (s. §. 112.). Ihr Typus giebt die Basis, die Retina gleichsam, auf welche die Bilder aller übrigen fallen, das erste Daseyn im Leben, das typuslose einfache Leben selbst. Wir haben bis hierher zufälligerweise den Bewegungssinn nur an willkührlichen Organen abgehandelt. Wo er aber ferner zugegen ist, ist in dem System der unwillkührlichen Organe des Körpers. Auch ist er hier weit vollkommener und geschlossener vorhanden. Das ganze System der willkührlichen Organe, in seinem Gegensatze von Flexoren und Extensoren und ihrer Erregbarkeiten, ist anzusehen als Ein in viele Glieder entfalteter (ohne diese Entfaltung) unwillkührlicher Muskel, und das System der unwillkührlichen Muskeln als eine Reihe kleinerer Systeme willkührlicher in dieser engen Verbindung aber zum zweckmäſsigsten und alle weitere Aenderung ausschlieſsenden bloſsen Dienst für einander gekommener Flexoren und Extensoren *).

*) Wir hätten also, im Fall wir überhaupt der Meinung wären, daſs, was in Abschnitt I. bis VII. vorkam, nur von willkührlichen Muskeln und deren Nerven gelte, von den unwillkührlichen noch besonders zu handeln gehabt. Sie verhalten sich aber dem Gange ihrer Erregbarkeit, und derselben Gegensatze nach, ohnedieſs wie jene, nur daſs die Art, auf welche sich das Zugleichdaseyn der bedingten offenbart, verschieden von der ist, auf welche dieſs bey willkührlichen Organen geschieht. Alle nemlich haben die Ei-

In diesem, dem Systeme der unwillkührlichen Organe, wohnt das Leben ganz vorzüglich. Es fällt weg, sobald der obige Typus der Bewegungen jener mangel-

genschaft, auf einen angebrachten electrischen oder Galvanischen Reiz, nicht bloſs durch Eine Contraction, wie die willkührlichen, zu antworten, sondern dieselbe, auch nachdem die Reizung aufgehoben ist, mehrere und viele Male zu wiederholen: — sie „pulsiren." (Auch erfolgt der erste Schlag, die erste Bewegung, bey den mehresten nicht im Schlieſsungsaugenblicke der Kette oder Säule selbst, sondern beginnt erst einige Zeit nachher, wie z. B. bey den Eingeweiden.) Dieſs geschieht nur insofern, als noch Flexorenerregbarkeit zugegen ist, d. i. in den ersten Zeiten nach dem Tode des Thieres. Späterhin, wenn die Erregbarkeit überhaupt schon sehr gesunken ist, bringt selbst der stärkste Reiz der Säule nur Eine Contraction in ihnen hervor, und damit schlieſsen alle musculösen Organe dieser Art, die ich bis jetzt beobachtete. Jetzt aber ist auch die Flexorenerregbarkeit längst weg, und die Extensorenerregbarkeit allein noch zurück. — Uebrigens verdient der hier bezeichnete Unterschied in dem Benehmen willkührlicher und unwillkührlicher Muskeln, nach welchem jene bey voller Erregbarkeit, nur einzelne Contractionen, von denen eine jede eine neue äuſsere Veranlassung fordert, geben, während bey diesen durch die eine erste Contraction schon eine Reihe folgender mitbegründet ist, eine genauere Untersuchung, als ihm bis jetzt zu Theil geworden ist. In den letzteren setzt der jedesmalige Reiz ein ganzes vollständiges Leben (vergl. S. 255.) in Thätigkeit, die fernerhin sich immer wieder aus sich selbst erzeugen kann, während bey den ersteren es nur einzelne Elemente (Factoren) des Ganzen, (einer Lebenseinheit), sind, deren Thätigkeit eben deſswegen in keine sich aus sich selber fortbegründende übergehen kann, sondern nur so lange dauert, als der äuſsere sie erregende Einfluſs anhält.

haft wird. Diefs geschieht, wenn die Erregbarkeit des flexiblen Theils derselben aufhört, wefshalb man den natürlichen Tod, auch als den Tod der Flexorenerregbarkeit oder der bedingten, die in dieser Beziehung zur Leben bedingenden wird, ansehen, und in ihn, von ihm abhängig, setzen kann.

§. 119.

Die Organe aller übrigen Sinne, von denen des Gefühls bis herauf zum Auge, sind als eben so viele besondere Organismen zu betrachten, von denen indefs keiner von dem hauptsächlichsten und wichtigsten von allen, dem Organismus des Systems der Organe des Bewegungssinnes, so total getrennt ist, als zwey verschiedene organische Individuen selbst. Das noch im höchsten Grade mit dem oder denen des Bewegungssinnes vereinigte, am wenigsten von ihnen geschiedene Organ, ist das des Gefühls, und das am mindesten mit jenen noch verbundene, das des Gesichts, oder das Auge. Der Sinnenstoff in allen ist derselbe; (s. §. 115.). Insofern er aber selbst nichts seyn kann, als das Innere, die organische Einheit eines jeden, ist dieser überall identische Stoff dem gleichen Innern im Bewegungssystem, nach dem Grade der Geschiedenheit jedes Sinnes oder seines Organs von diesem, immer äufserlicher geworden. Auch die in ihm durch äufsere Einflüsse gesetzten Modificationen also, werden damit, dem durch die Vollständigkeit des Typus der wirklichen Beschäftigungen des Bewegungssinnes gegebenen Leben selbst, im gleichen Grade äufserlicher, objectiver, ohne je doch etwas werden zu können,

was absolut außer ihm zugegen wäre. Der höchste Grad solcher Objectivität ist eines mit dem höchsten Grade der Wahrnehmbarkeit, Anschaulichkeit, des in den Sinnen Vorgehenden, weſshalb denn auch das Auge allgemein der geschätzteste der Sinne, und das Licht des Lebens erhebendstes und versicherndstes Bild, an dem es sich am innigsten erkennt und wiederfindet, ist, da in ihm alles, was, selbst noch im Tone, Ahnung blieb, Gewiſsheit, Wahrheit, lebendige Wahrheit, wird. —

§. 120.

Wir schlieſsen diesen Abschnitt, nachdem wir zuvor, erst einen Blick auf ihn, dann einen allgemeinen auf die vorigen sämmtlich, zurück werfen. Wir haben gefunden, daſs durch alle Sinne hindurch verschiedene Erregbarkeiten vorkommen, und daſs diese verschiedenen Erregbarkeiten einander entgegengesetzt sind. Die eine derselben ist bedingt, und endlich. Alle Reize wirken zuerst auf sie, wie sie aber einen bestimmten Grad erreicht haben, greifen sie über in die andere, die entgegengesetzte von jener, und bringen hier das Umgekehrte von dem hervor, was sie in jener ersten bewirkten. Wo die Reize zugleich Erregbarkeit stark schwächen oder vernichten, ist es überall zunächst die erste oder die bedingte, welche vernichtet wird; die zweyte oder unbedingte bleibt dann allein zurück, — es sey denn, daſs die Wirkung so heftig gewesen wäre, daſs sie sogleich auch diese zweyte mit, wenigstens auf denjenigen Grad von Schwäche herabgebracht habe, bey welchem Reize der eben gebrauchten Gröſse nichts

Ferneres mehr auf sie vermögen können. Beyde Erregbarkeiten verhalten sich also genau zu einander, wie, wo Muskeln sind, die Erregbarkeit der Flexoren zu der der Extensoren, und kommen an Nerven eben so vor, wie diese. Aus allem folgt, daſs beyde Erregbarkeiten im einen wie im andern Falle die nemlichen beyden sind, wie auch ihr Gegensatz der nemliche ist. Es entsteht daraus eine Einheit im Typus aller Erregbarkeit im Thierreich, die selbst da fortgelten muſs, wo die Mittel des physikalischen Experimentators zu ihrer Aufsuchung nicht mehr hinreichend sind.

§. 121.

Und da das Leben nur das Phänomen der harmonischen Beschäftigung aller Erregbarkeit des Körpers ist, so ist damit der Typus des Lebens selbst gegeben, und nicht bloſs der mit Zink und Silber Experimentirende, auch der das Leben über den Augenblick hinaus in seiner Geschichte und allen Perioden derselben, im Kleinen wie im Groſsen, Beobachtende, muſs diesen Typus in ihm wiederfinden, nur daſs hier sich in der Zeit im Nacheinander darstellt, was dort im Nebeneinander, im Zugleichdaseyn, erschien. Wiederholt ja doch die Zeit beständig nur im Nacheinander, was der Raum im Nebeneinander enthält, damit das Eine und Selbe eine Stätte habe, von welcher aus, im Vorübergange an sich selbst, es gegenseitig seiner inne, und ein wahrhaft, sich selbst Lebendes werde. Das ist die Anstalt der Natur in aller Organismen Geschichte, und darum haben sie Geschichte. Dann hat das Leben seine Voll-

endung, wenn es, wie wir uns fälschlich auszudrücken pflegen, geschlossen ist. Denn jetzt erst ist der Zug desjenigen vorüber, an dem es nach der Reihe sich in allen seinen Theilen erkennen, und ein vollständiges Eigenes werden sollte. Verschiedene Gestalten nimmt es an, und das Leben, was wir das unsrige nennen, das von 70 und wenns hoch kommt, 80 Jahren, hat sich selbst in einer Reihe von niederen Lebensläufen gesehen, die wieder unter sich verschiedene, gegen einander wohl abgemessene Längen haben. Nichts ist versäumt, ihm ganz die Höhe zu geben, die wir, die Ahnung in uns, und das Zeugniſs um uns haben, zu erreichen. Jeder Schlag des Herzens schon ist ein solcher kleinerer Lebenskreiſs. Mit ihm erwachen wir zuerst zum Daseyn. Eine Reihe solcher verschlungener Kreiſse stellt seine Geschichte nochmals dar; das einmal umgelaufene Blut giebt derselben ihr Maaſs. Das Daseyn hat schon eine höhere Stufe erstiegen. Aber wieder verschlingen sich von neuem eine Reihe solcher Kreiſse, der Lauf der Sonne bestimmt ihre Länge und Schlieſsung, und wie sie einmal umgegangen ist, hat auch das Leben einen neuen Umgang um sich selbst vollendet: wir haben einen Tag erlebt. Doch auch dieser wiederholt sich, und nachdem die Sonne in die Ferne zurückgekehrt ist, aus der sie beym Anfang des Jahres sich uns näherte, ist auch der Kreiſs dieser Wiederholungen ein geschlossener: das Jahr. Endlich gehen in verschlungener Kette die Jahre vorüber, und mit 70, wenig darüber, ist der letzte Kreiſs — so weit beschrieben, als er dieſs überhaupt auf Erden werden soll. Des irdischen Lebens innere Mannichfaltigkeit

ist erschöpft, es hat sich ganz, in allen seinen Theilen, gesehen und erkannt; der Zweck des leiblichen Daseyns ist erreicht, es tritt von einem Schauplatz ab, auf dem es, ferner zu verweilen, keine Ursach haben kann.

§. 122.

In allen diesen Lebensperioden, von der gröfsten bis zur kleinsten, herrscht dieselbe Folge von Erregung, Lebensgebung und Vollendung, wie wo im ungetrennten Augenblick auf das vorhandene Lebendige gewirkt wird. Der gegenwärtige, zur Bildung dessen, was in seinem Wechsel jene Perioden giebt, bestimmte Reiz, wirkt in dem Anfang einer jeden auf die bedingte Erregbarkeit; der Reiz steigt, und somit die bedingte Erregung ebenfalls; er steigt fort, die bedingte Erregung kommt zu ihrem Maximum; der noch immer steigende Reiz greift über in die unbedingte Erregbarkeit, ihre Erregung erreicht an Gröfse nach und nach die der bedingten, übertrifft sie dann, und wird so überhaupt zur herrschenden. Nachdem sie dieses ebenfalls bis zu einem Maximum geworden, sinkt der Reiz allmälig wieder, die unbedingte Erregung hört auf die herrschende zu seyn, und die bedingte wird es wieder; endlich kommt diese auf ein Minimum herab, von welchem sie sich wieder erhebt, und so der Wechsel sich von neuem wiederholt. Jeder einen Erregung Product ist das umgekehrte von dem der andern. So auch für die Lebensvernehmung selbst. Aus Entgegengesetztem bildet sich ihre Totalität, und der Weg zu letzterer führt überall zunächst zu dem, was ganz das Umgekehrte ist von dem, womit er endet.

Nur von der letzten wichtigsten alle anderen Perioden umfassenden, kann man sagen, daſs sie in der ihr auf Erden zugelassenen Zeit, nicht vollendet werde. Die früheren sämmtlich haben ihren Sommer und Winter, ihren Tag und ihre Nacht, ihre Systole und Diastole. Das ganze alle begreifende Leben allein hingegen zeigt nur den Sommer, den Tag, oder die Systole; der Winter, die Nacht oder die Diastole fällt jenseits desselben. Es steigt von Null herauf zum Maximum der bedingten Erregung, von hieraus beginnt die unbedingte; aber kaum, daſs sie jener gleich geworden, scheint das Begründende der ersteren, die bedingte, das Leben bedingende Erregbarkeit, erschöpft, und das Individuum „stirbt."

— So liegt denn schon nach physikalischen Gesetzen, im Leben selbst die Versicherung, daſs es ein Theil von einem Ganzen sey, was über diese Erde hinausreicht. Ja dieses Ganze selbst scheint wieder nur Ein Einzelnes Glied von einer gröſseren Reihe verschlungener Daseynskreiſse, die alle, dem ewigem Gesetz gehorchend, ein neues Ganzes bilden, was wiederum ein bloſses Glied eines noch höheren ist, und so ins Unbestimmte fort. —

IX.

Von der Gegenwart verschiedener Erregbarkeiten, und ihres Gegensatzes, im Pflanzenreiche.

§. 123.

Mehr, um diesen Gegenstand nicht ganz zu übergehen, damit am Ende dieser Abhandlung wir ihn nicht vergessen zu haben scheinen, als um aus wirklichen Versuchen Resultate ziehen zu wollen, die zwar aus ihnen sich ergeben müssen, sich leichter aber auf anderem Wege, (s. Abschnitt X.), folgern lassen, erwähnen wir desselben mit einigen besonderen Worten. Denn äuſserst gering, und beynahe für nichts zu rechnen, ist die Zahl der Versuche, die an Pflanzen unternommen wurden, ja überhaupt unternommen werden können, über verschiedene Erregbarkeiten derselben, und deren Gegensatz. Alles übrige abgerechnet, sind die Pflanzen und ihre einzelnen Theile, im Vergleiche mit Thieren und deren Organen, so schlechte Leiter der Electricität und des Galvanismus, daſs sie nur eine sehr schwache Einwirkung derselben auf sich erlauben, und man mit Recht sie die Isolatoren

unter den Organismen nennen könnte. Dazu kommt, dafs, wie schon dieses ihr höheres Isolement besagt, weil es mit dem Begriffe der Isolation selbst zusammenhängt, in Pflanzen der innere Galvanische Procefs, durch welchen sie und ihre Theile bestehen und entstehen, bey weitem energischer ist, als in thierischen Körpern, selbst ein gleicher Grad der Einwirkung auf sie, an ihnen weit weniger Veränderung oder Ablenkung der natürlichen Thätigkeit von ihrer gewöhnlichen Richtung in Bezug auf das Ganze hervorzubringen vermögend seyn mufs, als bey Thieren *).

§. 124.

Doch ist die Galvanische Kette und Säule allerdings von einiger Wirkung auf sie, wie dieses auch schon darum zu vermuthen stand, weil sie denn doch nicht absolute Isolatoren, oder auch Isolatoren von

*) Es läfst sich nemlich hierauf, (wie auf alle Kraftäufserung), anwenden, was Baader in s. Beyträgen zur Elementar-Physiologie, (Hamburg, 1797. 8.), S. 1. u. f., von der Schwere der Körper sagt: „Ein Körper heifst schwer, wenn er im Verhältnifs eines andern schwerer in Bewegung zu bringen, und schwerer von einer schon an ihm vorhandenen Bewegung ab, und zu einer andern oder zur relativen Ruhe mit andern Körpern, zu bringen ist; — der leichte Körper ist im Gegentheil eben so leicht in Bewegung, als von ihr ab zur Ruhe oder jeder andern, zu bringen." Die Uebertragung dieses Satzes von Schwere und Leichtigkeit auf Isolation und Leitung ist leicht, und oben bereits gegeben.

nur so hohem Grade, als etwa Glas, Harz, u. s. w., sind. — Schon der sich zuerst mit ihnen Versuchsweise beschäftigende Treviranus fand merkliche Wirkungen, und zwar bereits der einfachen Kette, auf mehrere von ihnen. Sie äuſserten sich im Allgemeinen deprimirend, oder die Vegetation zurückhaltend. Und es ist merkwürdig, welches die Armirungsart der Pflanzen war, die in allen Versuchen, die von einem Erfolg begleitet war, Statt hatte. Beständig nemlich lag das Silber (oder das sonst mit dem anderen negative Metall) an der obern, der Zink (oder das sonst mit jenem positive Metall) am untern Theile der Pflanze oder ihrer Zweige. S. Pfaff's und Scheel's Nordisches Archiv für Natur- und Arzneywissenschaft, B. I. S. 240—305. Soll man die Pflanzen ihrer Länge nach aber irgend mit Thieren dem Laufe ihrer Nerven nach, vergleichen, so ist der obere Theil derselben allerdings der Hirn-, der untere Theil der Muskelseite bey Thieren analog. Setzt man ferner in der Pflanze die nemlichen entgegengesetzten Erregbarkeiten voraus, wie im Thiere, und, wie sich dann von selbst ergiebt, auch die nemliche Folge, in der äuſsere Reize auf die eine und die andere wirken, so muſs eine an der Pflanze auf obige Art angebrachte Kette, die auf die bedingte zuerst wirkt, nothwendig deprimirend auf sie (vergl. §. 53.), und damit Lebensstörend (vergl. §. 118.), gewirkt haben. Die obige Kette aber wirkte wirklich so. Ein Umstand, der nicht wenig für die Gültigkeit dessen, was vorausgesetzt wurde, spricht, und nach dem es zu wünschen wäre, daſs Gegenversuche angestellt seyn möchten, in denen man die Armirung um-

gekehrt, und Zink oben, Silber aber unten, angebracht hätte. Vielleicht, dafs hier die Vegetation beschleunigt worden wäre.

§. 125.

Ein neuerer Galvanischer Experimentator an Pflanzen, und der dabey sich der Voltaischen Säule bediente, ist Giulio. S. *Journal de physique*, *T. LVII.* (*Frimaire*, *an XII.*) *p.* 460—464. Er ging aber nicht, wie Treviranus, durch langes Geschlossenbleiben der Kette auf Modificationen ihres Wachsthums selbst aus, sondern blofs auf wirkliche Contractionen. Unter sechs Pflanzen, welche er untersuchte, der *Mimosa pudica*, *M. sensitiva*, *M. glauca*, *M. asperata*, dem *Hedysarum gyrans*, und der *Aeschymone americana*, fand er die ersten vier wirklich geschickt, wenn auch nur selten gleich mit der Schliefsung, doch kürzere oder längere Zeit nachher, in Contraction oder Zusammenfaltung ihrer Blätter überzugehen. Ohne daran zu denken, diese Contraction schon wörtlich mit Beugungen (oder Spannungen) vergleichen zu wollen, ziehe ich aus den Resultaten der Versuche Giulio's nur den Schlufs, dafs man im Pflanzenreiche den nemlichen Bewegungssinn, und so auch durch den nemlichen Galvanismus afficirbar, wiederfindet, der im Thierreiche Statt hat. Dafs nicht bey allen Pflanzen die Kette und die Säule geschickt sind, ihn dem Auge in wirklichen Bewegungen ihrer Blätter u. s. w. zu verrathen, versteht sich schon aus dem in §. 123. von der schlechten Leitung der mehresten Angeführten, und ferner daraus, dafs selbst bey hinlänglich guter Leitung die ganze Organisation

der Pflanze in sehr vielen Fällen nicht Theile genug darbietet, die, neben einer gehörig hohen Erregbarkeit, noch auf solche Art (zu einem zugleich wirkenden Ganzen) zusammenhingen, daſs sich die vielleicht wirklich gar nicht fehlenden Bewegungen, dem Auge ohne Microscop und sonstige Beyhülfe verrathen könnten. Gewiſs aber ist, was sich bisher nur an einigen seltenen Pflanzen verrieth, im Pflanzenreiche überhaupt eben so wenig etwas seinem Princip nach Einziges, sondern bloſs aus dem Ganzen, in dem es überall vorkommt, hier nur vorzüglich herausgehobenes, als in der Anmerkung zu §. 113. z. B. die erschütternden Organe der electrischen Fische im Thierreich.

§. 126.

Das Daseyn des Bewegungssinnes in allen Vegetabilien aber, wird um so mehr zu einem nothwendigen, da er in der Vollständigkeit seiner Beschäftigungen das Leben in seiner einfachsten Erscheinung selbst giebt. S. §. 118. Schon so gewiſs daher, als wir den Pflanzen ein eigenes Leben zugestehen müssen, was, wenn auch um nichts anderen willen, doch der Forterzeugung ihres Gleichen wegen, wir schlechthin genöthigt sind, kommt ihnen auch derselbe Bewegungssinn, und noch dazu in demselben Typus seiner Unterhaltung (seiner Affectionen) zu, der, und in dem, er sämmtlichen Thieren eigen ist. Bey den Thieren fanden wir seine vorzügliche Wohnung in dem System der unwillkührlichen Muskeln oder Organe. Auch bey den Pflanzen werden wir ihn daselbst suchen müssen,

und nicht blofs sehr vorzüglich, sondern ganz allein, da das gesammte Pflanzenleben sich nie bis über die Unwillkührlichkeit hinaus erstreckt, als welches allein dem thierischen vorbehalten ist.

§. 127.

Wir sahen oben als Eigenschaft der Organe des unwillkührlichen Lebens, dafs sie pulsiren, (vergl. S. 256.). Auch in den Pflanzen mufs diese Periodicität innerer Bewegungen und Veränderungen vorkommen, da sie zum Ausdruck ihres unwillkührlichen Lebens unmittelbar gehört. Doch eben so, wie überhaupt die Fähigkeit, Bewegungen von der ins Auge fallenden Gröfse fähig zu seyn, wie thierische Organe, und aus denselben Gründen, wird auch diese Periodicität derjenigen, die zu ihrem Leben selbst gehören, indem sie selbiges ausmachen helfen, bey ihnen in gleichem Grade minder äufserlich bemerklich seyn, wie bey den Thieren. Es kann daher keinesweges befremden, vielmehr ist es allem übrigen entsprechend, wenn die Beyspiele in der That bemerkbarer Pulsation bey Pflanzen eben so selten, wie die von, durch äufsere, hier namentlich Galvanische Reize, hervorgebrachten Bewegungen oder Contractionen, sind. Beyspiele solcher dem unwillkührlichen Pflanzenleben zugehörigen Pulsationen sind aber wirklich, die regulären Auf- und Niederbewegungen der *foliola stipulaeformia* oder sogenannten Balancirblättchen des bekannten *Hedysarum gyrans*, die mit vorzüglicher Genauigkeit Hufeland in Lichtenberg's Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, B. VI. St. 3. S. 16. u. f., beschrieben hat. Diese Be-

wegungen gehören so ausgezeichnet zum Leben der Pflanze selbst, daſs, nachdem die sie übenden kleinen Blättchen nur erst völlig ausgebildet sind, sie bey jeder Pflanze jenes Namens, und ohne irgend eine Unterbrechung oder Störbarkeit durch etwas, selbst durch keine Krankheit der Pflanze nicht, bis zum Abfallen aller übrigen Blätter, und dem gänzlichen Tode ersterer, fortdauern, auf ähnliche Weise, wie auch das Herz erst mit dem Tode des Thieres zu schlagen aufhört. Die genannte Pflanze scheint überhaupt in ihrem ganzen Wesen dazu bestimmt zu seyn, dem eignen wie dem Leben aller ihrer Geschwister zum Commentar zu dienen. Denn nicht bloſs die angeführten Seitenblättchen, sondern auch die sämmtlichen Hauptblätter derselben pulsiren in den Perioden ihres stärkern Lebens. Im höchsten Grade ihrer Erection, bey voller Mittagssonne, bemerkte Hufeland sehr deutlich eine oscillirende, zitternde, oft stark schlagende Bewegung aller Blätter und der ganzen Pflanze, welche noch viel stärker wurde, wenn auf sie condensirtes Licht einfiel. (S. d. a. O. S. 10. u. 12.). Sicher wurde bey dieser hohen Reizung nur merklich, was auch bey niederer, oder allem Mangel äuſserer, zugegen war, und das Licht erhöhte bloſs den continuirlichen innern Pulsschlag der Pflanze bis zu demjenigen Grade, wo so eben Augen unserer Empfindlichkeit ihn ohne Mühe wahrnehmen können.

§. 128.

Ich habe noch nicht Gelegenheit gehabt, das, was ich hier bespreche, selbst zu sehen. Aber seine Beschreibung schon läſst mich vermuthen, daſs die oscil-

latorischen Bewegungen der gröſseren Blätter des *Hedysarum gyrans* eine andere Periodenreihe des Pflanzenlebens bezeichnen, als die weit langsameren der kleinen Seitenblättchen dieses Gewächses, und die ersteren zu den letzteren in dem Verhältniſs stehen, daſs eine bestimmte Zahl kleinerer kürzerer Eine der gröſsern längern Perioden ausmache und in ihr vorkomme, ähnlicher Art, wie auf Eine Periode des Blutumlaufs in Thieren eine bestimmte Menge Pulsationen des Herzens kommen, und zu ihr gehören. Eine tägliche Periode zeigt diese Pflanze ohnedies, wie überhaupt schon eine Menge anderer auch, die das bekannte Phänomen des Pflanzenschlafs und Wachens geben; und eine jährliche Periode findet man durch alle Vegetabilien hindurch herrschend; ein sehr groſser Theil derselben leben sogar nur ein einziges Jahr, oder genauer, und im Pflanzenreich bestätigend, was §. 122. davon, daſs das ganze Leben in seiner natürlichen Länge auch im Thierreich und bey Menschen nur die Eine Hälfte einer Periode sey, deren andere „jenseits" falle, oder wenigstens „auf Erden nicht" beschrieben werde, gesagt wurde, — nur ein halbes Jahr; der andere erhält sein Leben mehr oder weniger länger, und giebt dadurch, daſs ihm das ganze Jahr nur Eine Periode wird, dem eben von den jährigen Pflanzen Gesagten, neue Gültigkeit, und die Bestätigung der Anwendung desselben auf sein eigenes Leben. So zeigt das unwillkührliche Leben des Pflanzenreichs uns ein Periodicitätssystem, das ganz mit dem des gleichen im Thierreiche übereinkommt, und die bereits gewisse Identität der beyden Leben, nur immer klärer ins Licht setzen muſs.

§. 129.

Uns interessirt dabey hier am vorzüglichsten der Typus der Erregung, von welchem alle diese Perioden, an denen wir das Pflanzenleben in der That nicht ärmer, als das thierische, fanden, Folge sind. Wir haben ihn in §. 122. beschrieben, und dürfen hier denselben nicht erst wiederholen. Mit ihm ist ohne Weiteres der Typus der Erregbarkeiten gegeben, durch welche jener selbst nur möglich war. Dieses aber ist kein anderer als der, den wir durch diese ganze Abhandlung hindurch verfolgten, und ebenfalls kaum eine Wiederholung braucht. In den erwähnten Perioden stellt dieser Typus sich in seinen Folgen zwar in der Zeit, als Einheit eines Nacheinander nur, dar. Das Leben aber unter dieser Form ist eins und gleich mit dem, was ohne in der Zeit, in jedem Augenblick derselben sich im Raum, als Einheit eines Nebeneinander, darstellt. Und damit ist nunmehr in dieser Beziehung auch, sein Typus, und der der Erregbarkeiten, aus deren harmonischer Beschäftigung es hervorgeht, im Pflanzenreich derselbe wie im Thierreich. — So enden wir gewissermaſsen diesen Abschnitt glücklicher, als wir uns früher selbst die Hoffnung dazu geben konnten. —

X.

Von der Gegenwart entgegengesetzter Erregbarkeiten in der anorgischen Natur, und der Begründung des Galvanismus durch sie.

§. 130.

Das Innere, Erregbare, aller Organismen ist Eins. (S. §. 116. und 125.). Auch alles sie (dynamisch) Erregende ist Eins. (S. §. 116.). Wieder sind beyde unter sich Eins und Dasselbe. (S. Beyträge, B. I. St. 3. S. 154., und Gilbert's Annalen, B. VII. S. 473.). Schon aus dieser durchgängigen Identität derselben, und daſs Alle Körper ohne Eine Ausnahme, Behälter jenes Erregenden sind, und zu Quellen desselben erhoben werden können, folgt ein Inneres in jedem diesem Körper, was gleich dem Innern organischer Körper, ihrem erregbaren Sinnenstoff, ist. Mit dieser Gleichheit ist sofort unmittelbar gegeben, daſs wie dieſs Identische Innere im organischen Körper ein Erregbares ist, es (da alle Wirkung Wechselwirkung ist) auch im Anorgischen als solches zugegen seyn, und der Typus seiner Erregbarkeit, den es im Or-

ganischen zeigte, ihm eben so im Anorgischen zukommen müsse.

§. 131.

Das Innere Erregbare aller Körper ist electrischer Natur, oder die sogenannte electrische Indifferenz selbst. Was an ihm durch Erregung gesetzt wird, muſs zunächst sich als besondere Electricität ausnehmen, welche zwiefacher Art seyn kann, positiv oder negativ. Die Erregung selbst geschieht durch jeden andern Körper, der mit dem einen in Conflict oder Berührung kommt, überhaupt also im Conflicte je zweyer Körper, von denen jeder erregender und erregbarer zugleich ist. Aller solcher Conflict ist mit Electricitätssetzung begleitet, der eine Körper bekommt dabey + *E*, der andere — *E*. Geschieht dieſs nun vermittelst einer gewissen Erregbarkeit dieser Körper, und zunächst, und sollen in denselben entgegengesetzte vorkommen, die ganz zu einander in dem Verhältniſs stehen, wie die bedingte zur unbedingten in organischen Körpern, so muſs in dem Grade, als der Conflict inniger wird, nach und nach die Ordnung der Electricitäten die umgekehrte werden, und der Körper, der vorhin zu Folge der bedingten Erregbarkeit + *E* erhielt, jetzt zu Folge der unbedingten — *E*, und der zuvor zu Folge der bedingten — *E*, jetzt zu Folge der unbedingten + *E*, erhalten. Diese umgekehrten Electricitäten treten an denselben Körpern auf, an welchen vorher die geraden oder zu Folge der bedingten Erregbarkeit erschienenen. Sie müssen damit anfangs beschränkend, nachmals aber aufhebend auf sie wirken, und endlich in ihrer um-

gekehrten Ordnung selbst und allein, als herrschende zugegen seyn.

§. 152.

Es ist von der Electricitätserregung die Rede, einem Acte, der von so allgemeiner Verbreitung ist, als die Körper selbst es sind. Denn nachdem durch Volta auch die Electricität-leitenden Körper als wahre Erreger bey ihrem wechselseitigen Conflict, sind dargethan worden, ist es auch empirisch gewiſs, daſs die Erde nicht zwey Körperindividuen enthält, die in ihrer Zusammenbringung des electrischen Erregungsprocesses unfähig wären. Was im Galvanischen Proceſs die einzelnen Pole der Kette oder Säule einem organischen Körper z. B., sind hier die einzelnen Körper selbst einander. Für einen gegebenen Körper *B* giebt es welche, die bey der Verbindung mit ihm positiv werden, während er negativ wird; wir nennen sie *A*. Wieder giebt es andere, die mit ihm negativ werden, während er positiv wird; wir nennen sie *C*. *A* und *C* verhalten sich hier gegen *B* genau, wie die entgegengesetzten Pole der Kette und Säule gegen ein erregbares Organ im Abschnitt I bis VIII, der eine bringt in ihm das Umgekehrte hervor von dem, was der andere in ihm bewirkt. Fände sich, daſs, wenn *A* und *C* bis zu gewissem Grade stärker als vorher auf *B* einwirken, an *B*, bey gleichem *A* und *C*, die Electricitäten die entgegengesetzten von den vorherigen würden, so daſs mit *A* im Conflict, er +, statt —, mit *C* im Conflict, —, statt +, erhielte, oder, seine vorigen Electricitäten auch nur Schwächung erlitten, so wäre damit

die entgegengesetzte Erregbarkeit dieses Körpers *B*, und insofern jeder ein solches *B* werden kann, aller Körper überhaupt, aufs Entschiedenste dargethan.

§. 133.

Aber dieses ist wirklich der Fall. Ich werde mich indeſs in kein sehr groſses Detail einzulassen haben. Denn zu gleicher Zeit mit den gegenwärtigen Stücken dieser Beyträge erscheint ein anderes Werk: Das Electrische System der Körper, (Leipzig bey Reclam), dessen Aufgabe unter andern war, die Ordnung, in welcher die Körper überhaupt sich gegenseitig + und — *E* setzen, und die allen mögliche Bedingung, unter der sie von dieser Ordnung abweichen, und gewissermaſsen eine entgegengesetzte bilden, indem der Körper, der vorhin + *E* bekam, jetzt — *E*, und derjenige, welcher zuvor — *E* bekam, jetzt + *E* erhält, die Electricitäten also geradezu die umgekehrten werden, darzuthun. Das erste Resultat der dafür angestellten Untersuchungen ist, daſs in der That zwar, und an allen möglichen Körpern, sich bestätigt, was der am wenigsten in dem, was nicht geradezu Chemie in der damaligen Bedeutung des Worts war, noch genug geschätzte Bergman, und schon im Jahre 1765 bereits, doch von den Isolatoren erst, sagen konnte: „*Usu compertum habemus, certa constantesque leges esse, quas electrica materies, diversa corpora pervadens vel impellens, sequatur. Sic v. c., si duo corpora sibi mutuo, naturae illo ordine servato, attriveris, alterum electricitatem, quam dicunt, positivam, alterum negativam affectare experieris. Cujus rei ratio in corporum compage propriaque indole posita esse vide-*

tur. Notis literarum A, B, C — — — X, Y, Z corpora designentur eo modo disposita, ut quodlibet eorum, antecedentium aliquo perfrictum, negativam, sequentium autem alicui attritum positivam electricitatem adipiscatur. Quod cum fit, ordinem naturalem l. consuetum corpora sequi dixerim." S. *Torberni Bergman Opuscula physica et chemica. Vol. V. Edit. Hebenstreit. Lipsiae,* 1788. *p.* 370. 371.

Das jenem ersten Resultat meist auf dem Fuſse folgende zweyte aber ist, daſs alle Körper in Umstände zu versetzen sind, wo in der von Bergman angegebenen Reihe *A*, *B*, *C* *X*, *Y*, *Z*, oder jeder andern ähnlichen, *B* z. B. mit *A* in Conflict gebracht, nicht mehr — *E*, und *A* + *E*, sondern *B* + *E*, und *A* — *E*, oder mit *C* in Conflict gebracht, nicht mehr + *E*, und *C* — *E*, sondern *B* — *E*, und *C* + *E*, erhält, und daſs diese Umstände keine andern sind, als ein bis auf einen gewissen Grad inniger er Conflict der beyden Körper, der mit dem eins ist, was wir den chemischen Proceſs zwischen diesen Körpern nennen, der allemal in Desoxydation für den einen, und Oxydation für den anderen, besteht. Statt daſs vorher nun der Körper, welcher nach dem Gesetz der Reihe, die Bergman meint, am andern + *E* bekam, der oxydirbarere, der welcher — *E* bekam, der minder oxydirbare von beyden, oder einer Desoxydation durch jenen fähige, war, erhält gegenwärtig beym wirklichen Eintritt des gedachten chemischen Processes zwischen ihnen, der erstere, der oxydirbarere, jetzt also oxydirt werdende, — *E*, und der andere minder oxydirbare, jetzt also desoxydirt werdende, + *E*.

§. 134.

Am stärksten und deutlichsten springt dieſes schöne Gesetz der totalen Umkehrungsfähigkeit der Electricitäten bey dem innigeren Conflicte der Körper, bey den Leitern der Electricität, in die Augen. Alle nasse oder feuchte Leiter der Electricität, die sämmtlich wasserhaltig, also auch desoxydirbar, sind, werden beym schwächeren Conflicte, dem, wo der beschriebene chemische Proceſs noch nicht eintreten, (wenigstens nicht herrschend werden) kann, mit sämmtlichen trocknen Leitern der Electricität, den Metallen, der Kohle, u. s. w., die alle in Bezug auf jene oxydirbar sind, negativ, diese hingegen positiv electrisch. Mit dem Eintritt (oder der steigenden Gewalt) des chemischen Processes zwischen ihnen aber, kehrt die ganze Ordnung sich um, und die feuchten wasserhaltigen desoxydirt werdenden Körper sind positiv, die festen, trocknen, oxydirt werdenden hingegen negativ electrisch. S. das Electrische System der Körper, Abschnitt II.

§. 135.

Nicht minder aber herrscht die nemliche Umkehrungsfähigkeit auch da, wo man sie, weil es an ihrer Bedingung, dem „chemischen Proceſs", fast ganz zu fehlen scheint, beynahe für unmöglich halten sollte, bey den Isolatoren. S. d. a. O., Abschnitt IV. Der physische Unterschied ihrer bloſsen Härte oder Rigidität, ihrer Rigidität und Fluidität, der bloſse Unterschied des Zustandes und der Grade desselben, ist hier, was unmittelbar auch den chemischen Unterschied, der zu jener Umkehrungsfähigkeit erfordert

wird, in sich trägt und mit sich führt. Auf diese Entdeckung leitete mich der bis ins feinste Detail bestätigungsfähige, schon von den Aeltern, z. B. von Wilson (s. Priestley's Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Electricität. A. d. Engl. von Krünitz. Berlin und Stralsund, 1772. 4. S. 142.) vermuthete Gesetz, dafs von je zwey gegen einander geriebenen (unmetallischen) Isolatoren, der härteste von ihnen allemal + *E*, der minder harte — *E*, bekomme. Sie bekommen diese Electricitäten unter Umständen, wo der chemische Procefs an ihnen noch nicht wirksam (oder doch nicht wirksam genug) seyn kann, sie verhalten sich hierbey also nach der bedingten Erregbarkeit. Bey den Metallen oder Leitern aber, während sie sich eben so verhalten, ist der oxydirbarere derjenige, welcher + *E*, und der minder oxydirbare der, welcher — *E*, erhält. Was also bey den Leitern die höhere Oxydabilität, das bestimmt bey den Isolatoren die höhere Rigidität. So schienen Rigidität und Oxydabilität Aequivalente, die sich gegenseitig vertreten können, wie ich das noch bestimmter da sah, wo Isolatoren und Leiter gemeinschaftliche Reihe halten, die Rigidität also vollkommen die Rolle der Oxydabilität, und umgekehrt, spielt. Da nun Oxydabilität = Hydrogeneität, so sollte auch Rigidität = Hydrogeneität seyn; eine Gleichung, die, durch Versuche selbst, zu bestätigen oder zu widerlegen war.

Ich habe diese Prüfung vorgenommen, und aus einer Reihe wirklich unerwartet präcis ausfallender Versuche, das neue schöne Resultat ziehen können, dafs jede Zustandsänderung mit einem chemischen

Proceſs, einer ſchwachen Decomposition des nirgends im Flüssigen völlig fehlenden Wassers, begleitet sey, deren Hydrogen mit dem einen Theil des Flüssigen beym Festwerden oder Rigesciren in das Rigide eingeht, während das Oxygen mit einem andern Theile des nemlichen Flüssigen, als Dampf (als noch Fluideres), der allemal als ein oxygenirtes Tropfbares zu betrachten ist, davongeht, oder sonst zu dem, was eben die Umstände geben, verwandt wird. Zwar betreffen meine eigenen Versuche zunächst allein das Wasser. Dieſs aber hat sich längst als Quelle aller Zustandsänderung so sehr bewährt, und läſst dem, der noch zweifeln sollte, sich als solche bewähren, daſs was von ihm und seinen Zustandsänderungen gilt, von denen aller Körper überhaupt zu gelten hat. Auch bedurfte es nur eines solchen Winkes, um sogleich eine Menge von Facten, welche die Natur uns selbst darbietet, sich damit vereinigen, und das am Kleinen gefundene Gesetz, im Groſsen geübt und überall befolgt zu sehen. Ich erwähne hier weder die einen noch die andern namentlich, aber das Resultat selbst, was alle liefern, darf ich wiederholen, das nemlich: daſs jedes Rigide gegen sein Fluides hydrogener, oxydirbarer, ist, daſs diese Hydrogeneität oder Oxydabilität mit dem Grade der Rigidität selbst steigt, und daſs überhaupt die Reihe der Rigiditäten der Körper, als eine Reihe an ihnen vorhandener Oxydabilitäten, angesehen werden kann und muſs.

Auch wo die Körper eben noch nicht in demjenigen Zustande sind, in welchem wir dieselben rigid, fest, oder hart schlechthin, nennen, ist mindere Flui-

dität das Aequivalent höherer Rigidität, und höhere Fluidität das einer geringern. In diesem Verhältnifs steht das warme Liquide zum kalten, der Dampf zum Tropfbaren, u. s. w.

Fast für alle diese Fälle finden sich Beyspiele der mit den wirklich ausgeübten durch jene chemische Beschaffenheit begründeten chemischen Processen selbst, (wo das minder Rigide als minder Oxydirbares, gegen das mehr Rigide, als mehr Oxydirbares, den Werth eines Oxydirten behauptet, u. s. f.), hervorgehenden Electricitätsumkehrungen, und werden sich, wenn man die Umstände beachtet, unter denen sich diese Processe realisiren können, immer mehr finden.

Selbst wo Hydrogeneität und Oxygeneität, der Art, wie sie an den Metallen und wässerigen Flüssigkeiten, und wieder der Art, wie sie am Rigiden und minder Rigiden oder dem Fluiden, vorkommt, aufzuhören scheint, oder wenigstens dem Ort des Körpers in der electrischen sogenannten Spannungsreihe bedingter Erregungsfolge nicht proportional mehr ist, tritt ein anderes, bisher nicht darauf bezogenes Phänomen, auf, was auch hier Hydrogeneität, gröfsere und geringere, also Werthe von Hydrogeneität und Oxygeneität oder Desoxydabilität, unter Formen suchen lehrt, wo man sie nicht zu finden geglaubt haben würde. Es ist das wohlbekannte Leuchten mehrerer Körper, nachdem sie vorher einem gehörig starken Lichte ausgesetzt waren. Man hat diese Körper Lichtmagnete genannt, und sich gedacht, dafs sie, dem Lichte ausgesetzt, dasselbe, (wie ein Schwamm das Wasser etwa), in sich sö-

gen, und nachher wieder von sich liefsen. Diese Meinung galt zuerst von denjenigen Körpern, die diese Eigenschaft, nach gehöriger Erleuchtung im Dunkeln selbst Licht auszustrahlen, in besonders hohem Grade besitzen, wie von dem Bononischen Leuchtstein, u. s. w. Schon De la Chambre aber widersetzte sich derselben, und aus Gründen, die man mit Vergnügen bey ihm selbst nachlesen wird. (S. *La Lumiere. A Monseigneur l' Eminentissime Cardinal Mazarin. Par De la Chambre. A Paris*, 1657. 4. *p.* 200. 201.). Nachher hat sich auch bey den übrigen künstlichen Phosphoren es durch die Bemühungen Wilson's, Fontana's, Volta's, und anderer, bestätigt, was schon De la Chambre wollte, dafs das Leuchten dieser Körper nur ein langsames Verbrennen sey. Hierzu kam, durch Beccaria, Wilson, und mehrere andere, ferner, dafs, genau genommen, es fast nicht einen Körper in der Natur giebt, der nicht, dem Lichte ausgesetzt, im Dunkeln wenigstens ein schwaches Leuchten zeige, und obgleich hier man den Procefs desselben, schon seiner häufigen Kleinheit wegen, nicht allemal mit Glück auf eine Oxydation verfolgen kann, so lehren doch alle übrigen Einflüsse auf dieses Leuchten, und dafs, was Oxydabilität und Oxydation erhöht und vermindert, auch dieses Leuchten erhöht und vermindert, dafs man diefs Leuchten insgesammt für das coexistente Phänomen einer Verbrennung oder einer Oxydation, die jene Körper eingehn, anzusehen habe, und wie das Licht auch bey seiner Begründung oder Erregung thätig seyn möge, immer mufs es zunächst dadurch seyn, dafs es überhaupt vorhandene schwache

Oxydabilität der Körper, in wirkliche Oxydation überführe. Die schönsten Aufschlüsse über die Art, wie diefs geschieht, haben die Untersuchungen solcher im Dunkeln wiederleuchtenden Körper in den verschiedenen Gegenden des Prismabildes gegeben. Schon Wilson sah Bononischen Phosphor im Allgemeinen in den Strahlen der blauen oder violetten Hälfte des Farbenbildes ein lebhafteres Licht erlangen, als in denen der rothen, und sah auch das von den violetten Strahlen sehr stark erregte Licht durch gleich darauf auf den Phosphor geworfene rothe Strahlen geschwächt werden. (S. dessen *Series of Experiments relating to Phosphori etc.* London, 1775., ausgezogen in den Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, B. I. Leipzig, 1779. S. 549. 550.) Vorzügliches Verdienst in dieser Hinsicht aber hat Michael von Grofser durch die in seiner wenig bekannten Schrift: *Phosphorescentia Adamantum novis experimentis illustrata. Viennae*, 1777. 8., beschriebenen Versuche. Er fand nicht nur bestätigt, was auch aufser Wilson sonst schon vor ihm wahrgenommen war (s. *p*. 24.), dafs der Bononische Stein im violetten Theile des Farbenbildes ein weit lebhafteres Licht annahm, als in dem rothen, (s. *p*. 15. 19.), sondern dafs auch Diamanten, welche die Eigenschaft, vom Licht leuchtend gemacht zu werden hatten, in den rothen Strahlen, und selbst deren Focus, es nicht im mindesten wurden, in dem der violetten hingegen so ungemein stark, dafs sie über fünf Minuten, und dabey meist weit lebhafter, als vom ungefärbten ungeschwächten Sonnenlicht selbst, leuchteten, (s. *p*. 16. 25.). Dafs auch Canton's Phos-

phor den violetten Strahlen ausgesetzt, weit stärker leuchtend werde, als durch die rothen, sahen Davy und Englefield. (S. Gilbert's Annalen, B. XII. S. 408.) — Aber die violetten Strahlen gehören zugleich zu dem reducirenden, die rothen zu dem oxydirenden Theil des Farbenbildes. Dieſs muſste auf die Vermuthung bringen, der Proceſs des Leuchtendmachens dieser Steine bestehe in einer gesteigerten Reduction, wodurch, wenn dieſe bis zu einem gewissen Grade gekommen, die nachfolgende Oxydation, die ohnehin schon für dieſs Leuchten gewiſs geworden war, durch die mit jener verbundene erhöhte Oxydabilität, begründet und selbst eingeleitet wurde. Daraus folgte, daſs an jedem Körper, selbst dem härtesten, und wie es scheinen möchte, chemisch unbezwinglichsten, denn doch ein Grad von chemischer Agilität, von Oxydabilität und Desoxydabilität, vorkomme, der alles wäre, was sich für eine allen Körpern eigene Fähigkeit, im gegenseitigen electrischen Conflicte die Electricitäten in der umgekehrten Ordnung zu geben, etwa noch wohl fordern lieſse. Dieſs muſste zur höchsten Gewiſsheit kommen, und die so alte Meinung eines wirklichen Lichteinsaugens oder Lichtanziehens, (daher ihr Name Lichtmagnete), und eines nachherigen bloſsen Wiedervonsichgebens des empfangenen, ganz widerlegt seyn, wenn derjenige Theil zur Seite des Farbenbildes, wo die Reduction reducibler Substanzen am höchsten ist, und doch nicht eine Spur von Licht durch das bloſse Auge wahrzunehmen ist, der auſserhalb des Violetts, (s. oben §. 105.), dieselben Körper, die vorhin im Violett selbst stärker leuchtend wurden, als sonst wo

innerhalb des Farbenbildes, jetzt ebenfalls, und sogar noch stärker, als in irgend einem Theile des Farbenbildes selbst, in den Zustand des nachherigen Leuchtens versetzte. Und dieſs ist, wie ich kürzlich noch gefunden habe, allerdings der Fall. Sowohl Canton'scher, als Bononischer Leuchtstein, erlangten auſserhalb des Violetts in der That ein noch beträchtlich stärkeres Licht, als innerhalb desselben, das Roth und die Gegend auſser ihm im Gegentheile, löschten dieses Licht in den meisten Fällen gänzlich, und dabey sehr schnell aus, selten schwächten sie dasselbe bloſs sehr stark, dieſs aber thaten sie wenigstens. Ich bin bis jetzt vergeblich bemüht gewesen, Diamanten anzutreffen, an denen der Versuch sich wiederholen lieſse. Allein, nach dem, was jene Körper gaben, und sie selbst schon bey von Groſser leisteten, ist es auch ohne weiteren Versuch gewiſs, daſs, wenn er wirklich anzustellen gewesen seyn wird, er ganz dieselben Resultate gegeben haben werde, wie jene Steine. Dann hat der härteste der Körper, den wir kennen, der aller, vollends chemischen Wirkung, unter den Umständen, unter welchen man mit ihm gewöhnlich umgeht, am verschlossensten scheinende, doch eine chemische Erregbarkeit gezeigt, wie sie, und das in einem Grade und zu einem Beyspiel, daſs alles Vorurtheil von der Unmöglichkeit derselben an irgend einem andern Orte, aufgehoben seyn muſs. Bedenkt man ferner, daſs von eben diesem Leuchten, ja von Lichterscheinung überhaupt, nur dann, und in dem Grade, ein Oxydationsproceſs begleitet seyn kann, wenn, und in welchem, diese Oxydation in und an

isolirenden Medien vorgeht, (da, wie der electrische und Galvanische Funken, auch der Verbrennungsfunke, nur da sichtbar seyn kann, wo man denselben wirklich sehen kann, und die zu beyden gehörige Electricitäten nicht ohne Hinderung zusammengehen können), so wird die Aussicht auf die Verbreitung ihres wirklich begründeten Daseyns noch viel allgemeiner, als jene Fälle, wo das Licht erscheint, anzeigen könnten, und damit auch, was für die Electricitätserregung, und jener Einfluſs auf die Umkehrung der früher bey schwächerem Conflicte vorhandenen Electricitäten in ihr, sich daraus ergiebt.

§. 136.

So ist denn auch durch die ganze anorgische Natur in jedem ihrer Körper die Anlage vorhanden, im Conflict mit anderen, nachdem bey schwächerem die entstehenden Electricitäten so vertheilt ſielen, daſs *A* z. B. + *E*, *B*. hingegen — *E* erhielt, bey stärkerem diese Electricitäten völlig in der umgekehrten Ordnung, oder so, daſs *A* jetzt — *E*, *B* aber + *E* erhält und zeigt, zu geben. Die Art der Electricität, welche dieser Körper erhalten soll, ist Folge seiner bestimmten Erregbarkeit, und wird jene die entgegengesetzte, so muſs auch diese jetzt die entgegengesetzte seyn. Es sind somit in allen Körpern entgegengesetzte Erregbarkeiten vorhanden. Ja auch die Folge, in die auf sie von dem Triebe nach Vereinigung des Heterogenen, die in allem electrischen Processe eben so wirksam ist, und ihn ganz allein bestimmt, wie im chemischen, den wir ohnehin im Vorigen schon ganz mit dem electrischen zusam-

menfliefsen sahen, auf eine nach der andern gewirkt wird, ist dieselbe, wie im organischen Reiche. Die Erregbarkeit, nach der vom Minimum des Conflicts je zweyer Körper an, ihre Electricitäten entstehen, ist bedingt und endlich. Die Producte ihrer Erregung kommen zu einem Maximum, von wo aus, mit dem immer noch steigenden Conflicte selbst, sie wieder abnehmen, indem sich nunmehr andere einfinden, die die entgegengesetzten von den vorigen sind, und durch die Erregung der entgegengesetzten Erregbarkeit erzeugt werden. Der Conflict steigt ferner, die gegenwärtigen Electricitäten bringen die vorigen auf Null zurück, darauf erscheinen sie selbst, unmittelbar, und sind des Wachsthums zu einer Gröfse fähig, die die bey weitem übertreffen kann, welche vorher die Electricitäten nach der bedingten Erregbarkeit zeigten. Das einzige, was Grenze setzt, ist das Maafs der Innigkeit und Energie des Conflictes selbst.

§. 137.

Auch unterscheidet sich das Schema, nach dem anorgische Körper auf einander wirken, von dem der Wirkung organischer auf einander, oder der ersteren auf sie, nicht etwa dadurch noch, dafs, nachdem die eine Erregbarkeit, die erstere oder bedingte, in Thätigkeit gesetzt war, und nunmehr auf die unbedingte gewirkt wird, der wirksame Conflict im selben Maafse jetzt jene umginge, sie aufserhalb sich liefse, und endlich es allein nur mit der andern (zweyten) oder unbedingten, zu thun habe. Schon in §. 136. haben wir die Sache anders dargestellt, und die Versuche selbst zeigen, dafs in der That auch hier, genau das

nemliche Verhältniſs beobachtet werde, wie bey organischen Körpern. Mitten in der höchsten Erregung der unbedingten Erregbarkeit, steht die Erregung der bedingten noch immer in dem Grade da, welchen der Grad ihrer Gegenwart im Körper überhaupt erlaubt, und wirkt, nicht den Proceſs selbst retardirend, wohl aber die freye Erscheinung der nach der bedingten Erregbarkeit hergebrachten Electricitäten, im Maaſse ihrer eigenen Gröſse schmälernd oder hemmend, jedoch nur dieſs. Könnten die aus beyden Erregungen hervorgehenden Electricitäten eben so an verschiedenen Theilen des Körpers ungestört und separirt auftreten, wie bey thierischen Organen die nach denselben erfolgenden Muskelcontractionen sich an verschiedenen Muskeln zeigen, so würde selbst auch dieſs wegfallen, und man die sämmtlichen Electricitäten, jede in ihrer eigenthümlichen Integrität, und ohne alle wechselseitige Beeinträchtigung für die Erscheinung, vor sich haben können.

§. 138.

Gerade in dieser ihrer gegenseitigen Beschränkung für die Erscheinung aber, bilden sie für das anorgische Körperpaar selbst, etwas sehr Wichtiges, d. i., den chemischen Proceſs selbst, in welchem beyde Körper ihre Einheit suchen, und der bisher als der beständige Begleiter des Eintritts der Erscheinung der umgekehrten Electricitätserregung, sogar das Ansehen gab, als rühre diese umgekehrte Electricitätserregung von ihm selber ab. Hievon hat indeſs bey der näheren Erwägung gerade das Entgegengesetzte Statt, und der chemische Proceſs hängt von dem Eintritt der um-

gekehrten Electricitätserregung, der nach der unbedingten Erregung, ab. Nicht, als sey dieselbe mit ihm selber eins, sondern der chemische Procefs ist mit den gleichzeitigen entgegengesetzten Erregungen, und ihrem wechselseitigen Ineinandergreifen, Eins. So lange zwey Körper blofs nach der bedingten Erregbarkeit zusammen sind, hat *A*, z. B., + *E*, und *B* — *E*. Sie haben diese Electricitäten erhalten, und behalten sie in den gewordenen Graden, deren dynamischer Unterschied Spannung heifst, so lange, als sie ihnen nicht ausdrücklich genommen, oder durch entgegengesetzte zu Null aufgehoben werden. Werden sie ihnen aber wirklich entnommen (u. s. w.), so wird die Erregung, und die Hervorbringung derselben Spannung, die mit dem Nebeneinanderbestehen dieser beyden Körper selbst zusammenhängt, und mit ihm nothwendig ist, von neuem rege, und die Electricitäten erscheinen in demselben Grade, in derselben Spannung, wieder, als sie vorhin bey der ersten Erregung erschienen. Daraus entsteht, wenn die Entziehung der so eben wieder erzeugten Electricitäten oder ihre Aufhebung durch entgegengesetzte fortdauert, ein continuirlicher Act von Electricitätserregung oder Production, alles zu Folge der bedingten Erregbarkeit dieser Körper. Dieser Act aber tritt wirklich ein, und ohne dafs eine äufsere Entziehung oder Aufhebung der Electricitäten, (wie etwa bey der Electrisirmaschine), Statt habe, sobald die Erregung nach der unbedingten Erregbarkeit eintritt. Diese setzt die Electricitäten in der umgekehrte Vertheilung; *A*, was zu Folge der bedingten Erregbarkeit + *E* hatte, bekommt zu Folge

der unbedingten jetzt — *E* dazu, *B*, was zu Folge der bedingten Erregbarkeit — *E* hatte, bekommt zu Folge der unbedingten jetzt + *E* dazu. Das neue — *E* in *A* wirkt aufhebend, indifferenziirend, auf das vorherige + *E* in *A*, das neue + *E* in *B* aufhebend, indifferenziirend, auf das vorherige — *E* in *B*; es stiftet sich in jedem der beyden Körper ein besonderer electrischer Indifferenziirungsact. Wie aber das + *E* in *A* durch — *E* zu Null zurückgebracht ist, oder auch nur der Versuch, die Annäherung dazu, im Gange ist, und wie das nemliche in *B*, wo das — *E* durch + *E* in dieselben Umstände kommt, geschieht, fängt sogleich die Erregung nach der bedingten Erregbarkeit wieder an, thätig zu werden, und stellt neue den vorigen gleiche Quantitäten von + *E* für *A* und — *E* für *B* wieder her. Wie jedoch die bedingte Erregung dadurch, daſs ihre Producte auf Null zurückkamen, zu neuer Thätigkeit veranlaſst ist, so eben auch ist die unbedingte, nach der *A* — *E*, *B* + *E* bekommt, durch die auch ihren Electricitäten widerfahrene Aufhebung durch jene der bedingten, (denn es war Eine, und sie traf beyde zugleich), genöthiget, von neuem in Thätigkeit überzugehen, und ihre vorigen Quantitäten von — *E* für *A* und + *E* für *B*, darzustellen. Man sieht, nach der bedingten und der unbedingten Erregbarkeit befinden sich *A* und *B* wieder in dem nemlichen Zustande, wie zu allererst, die entgegengesetzten Erregbarkeiten, die in jedem Körper vorhanden sind, müssen sich wieder in einander aufheben, dieſs macht die neue Lieferung derselben nach beyden Erregbarkeiten nöthig, dieſs die neue Wiederindifferenziirung, und so wechselsweise,

oder da beydes zugleich geschieht, und durcheinander nöthig wird, in völliger Gleichzeitigkeit, ins Unbestimmte oder für so lange fort, als überhaupt noch *A* und *B* vorhanden, (nicht etwa durch den Procefs selbst consumirt, oder so weiter), sind. Die Folge aus Allem ist, dafs, sobald zwey Körper nach beyden Erregbarkeiten zugleich zusammen sind, auch ein Procefs zwischen ihnen begründet ist, der selbst so lange anhält, als die beyden Körper überhaupt zusammen sind, und den Grund dieser seiner Fortsetzung in sich selbst enthält.

Es sind der Fälle für das gleichzeitige Daseyn beyder Erregungen nur drey möglich. Entweder: 1) die bedingte Erregung ist von Anfang an gröfser, als die unbedingte noch; oder: 2) die bedingte und die unbedingte sind sich gleich; oder endlich: 3) die bedingte ist, (bey aller ihrer möglichen, auf Spannung bezogenen und nach ihr geschätzten Stärke, dennoch) kleiner, wie die unbedingte. — Im ersten Falle werden die Electricitäten zu Folge der unbedingten Erregung nicht hinreichen, die von der bedingten entstandenen gänzlich zu binden oder zu indifferenziiren; es ist an dem Körperpaar *AB* noch freye Electricität, die in die Erscheinung kommt, electrische Spannung, und zwar nach der bedingten Erregbarkeit, da und übrig. Die in *A* vorhandene Indifferenziirung geht in einer rückständigen Sphäre von + *E*, die in B in einer gleichen von — *E* vor. Im zweyten Falle binden sich die Electricitäten nach den beyden Erregungen vollkommen zu neutraler Indifferenz, es bleibt Spannung, weder nach der bedingten, noch nach der unbedingten Erregung, übrig; die

beyden Körper sind, während der Electricitätsindifferenziirung in ihnen, nach aufsen Null, und die Sphäre eines + und eines — *E*, in denen die letztere vorging, wie vorhin, fällt weg. Im dritten Falle aber reichen die nach der bedingten Erregung erzeugten Electricitäten nicht mehr hin, die nach unbedingter Erregung in gleich viel Zeit entstehenden völlig auf Null zurückzubringen, sie bringen nur einen Theil derselben auf Null, der übrige bleibt frey für die Erscheinung nach aufsen zurück, und giebt eine rückständige Spannung nach der unbedingten Erregbarkeit mit — *E* für *A* und + *E* für *B*. Es geht jetzt wieder die Electricitätsindifferenziirung in *A* in einer Sphäre von *E* vor, nicht aber, wie im ersten Falle, einer von +, sondern von — *E*; eben so geht auch in *B* die Electricitätsindifferenziirung in einer Sphäre von *E*, nicht aber, wie im ersten Falle, einer von —, sondern von + *E*, vor. Man sollte glauben, wenn irgend eine andere bestimmende Ursach zugegen wäre, dafs, im ersten Falle wie im letzten, die in *A* und *B* entstehende Indifferenz selbst, von dem + und dem — *E*, oder umgekehrt, einige Aenderung erleide, die darinn bestehe, dafs im ersten Falle die für *A* entstehende Indifferenz ein Uebergewicht von + *E*, die für *B* entstehende ein Uebergewicht von — *E*, und im letzten (dritten) Falle die für *A* entstehende eines von — *E*, die für *B* entstehende ein Uebergewicht von + *E* erhielte, und in sich selbst einnähme; so dafs die für *A* entstehende Indifferenz im ersten Falle, der für *B* im letzten entstehenden, und die für *B* im ersten, der für *A* im letzten entstehenden, gliche.

Betrachten wir jetzt, was wir wirklich sehen, wenn zwey Körper sich in den Umständen des letzten Falls befinden, (wie Metall und Wasser, Metall und Säuren, oder s. w.) so finden wir, aufser der electrischen Spannung selbst, die uns vor der Hand, weil sie das selbst nach jener Bildung der den einen oder den andern ihrer Factoren im Uebergewicht enthaltenden Indifferenzen Uebrigbleibende ist, nichts angeht, zwey Producte, die nicht die eine oder andere Electricität selbst zu nennen sind, und da für sie nichts weiter da ist, als eben jene beyden bald im einen Factor bald im andern überwiegenden Indifferenzen, mit diesen Indifferenzen selbst gleich seyn müssen. Ihr Name ist Oxygen und Hydrogen. Untersuchen wir den Ort, den Körper, an welchem sie vorkommen, so findet sich das Oxygen für das Wasser, die Säure, oder den Körper *B*, das Hydrogen für das Metall u. s. w., oder den Körper *A*. Zwar sehen wir das Oxygen mit dem Körper *A* selbst zu einem Oxyde zusammengehen, allein, eben dafs es erst damit zusammengehen mufs, zeigt an, dafs im Augenblicke seines Entstehens es nicht damit schon zusammen war, dafs also dasselbe aufserhalb *A*, das ist, in *B*, auftrat, das Hydrogen hingegen sehen wir von Anfang an, an *A* auftreten, schon von selbst gehört es also selbigem zu. Nach *A* aber fiel diejenige Indifferenz, die ein Uebergewicht von — *E* enthalten mufste, nach *B* hingegen diejenige, die ein Uebergewicht von + *E* zu enthalten hatte. Das Oxygen selbst zeigt sich also äqual electrischer Indifferenz mit Uebergewicht von + *E*, das Hydrogen selbst wieder äqual electrischer Indiffe-

renz mit Uebergewicht von — *E*. Nun macht ferner eben diese Erscheinung von Oxygen und Hydrogen den chemischen Proceſs aus, den wir sehen, wo zwey Körper nach beyden Erregbarkeiten mit vorherrschender unbedingter, zusammen im Conflicte sind. Es zeigt sich also zunächst für den dritten der oben genannten drey Fälle, daſs dieser chemische Proceſs nicht Ursach, aber auch nicht Folge, dieses Zusammenseyns zweyer Körper nach ihren beyden Erregbarkeiten, sondern dieſs Zusammenseyn der Körper, — der Ausdruck ihrer gleichzeitigen entgegengesetzten Erregungen und deren wechselseitigen Ineinandergreifens, — diese doppelte Erregung und das Ineinandergreifen ihrer Erregten in seiner Totalität selbst, sey. — Auch für die übrigen beyden Fälle können wir das erweisen. Zuerst für den zweyten. Hier sind in *A* wie in *B* die entstandenen Indifferenzen vollkommen neutral. Hydrogen und Oxygen, die nur in Indifferenzen mit überwiegenden Factoren bestehen können, sind also hier nicht möglich. Die electrische Indifferenz selbst aber, ohne ein Ueberwiegen dieses oder jenes ihrer Factoren und auf Plätzen, wo, wenn diese überwögen, Hydrogen und Oxygen erscheinen würden, ist äqual Wasser. An *A* und *B* also tritt Wasser auf. Wie dieſs sich in der Erscheinung ausnehme, kann man, und aus Beobachtung, noch nicht schon ganz bestimmen, da der Fall, wo die nach entgegengesetzten Erregbarkeiten entstehenden Electricitäten sich so eben auf Null hielten, selbst noch vor zu kurzer Zeit, (mit dem angeführten Electrischen System der Körper erst), als möglich und darstellbar bekannt geworden ist, Versuche

über ihn also noch nicht angestellt sind. Was er aber auch geben möge, (wahrscheinlich nichts, als was die Körper selbst vorher schon waren oder hielten, nur reconstruirt), immer muſs der Proceſs, der es hervorbringt, wie man sagt, und eben so chemisch zu nennen ist, wie der vorige, mit den doppelten Erregungen beyder Körper, und dem Wiederineinandergreifen des Erregten selbst, was hier, weil erstere sich entsprechen, ein völliges Aufheben letzterer durch einander giebt, identisch seyn. — Hat die Erregung nach der bedingten Erregbarkeit das Uebergewicht, so geht in *A* die Indifferenziirung wieder in einer Sphäre von + *E*, in *B* wieder in einer von — *E*, vor. Dieſs giebt von neuem relative Indifferenzen, solche, wo der oder jener Factor überwiegend ist; in *A* tritt welche mit + *E*, in *B* welche mit — *E* auf. Erstere aber ist gleich Oxygen, letztere gleich Hydrogen. Statt daſs im dritten Falle das Oxygen in *B*, erscheint es jetzt in *A*, statt daſs in ihm das Hydrogen in *A*, erscheint es gegenwärtig in *B*. Das Ganze ist wieder etwas, was durchaus ein chemischer Proceſs heiſst, auch gleicht er dem im dritten Falle völlig, einzig die Vertheilung seiner Producte ist die umgekehrte von der in jenem. Man sieht von selbst, daſs er dem Acte der Erregung *A*'s und *B*'s nach beyden Erregbarkeiten, und dem Wiederineinandergreifen ihrer Erregten, auch in diesem Falle eben so identisch ist, als in den beyden vorigen. Und somit ist, was von Proceſs, von chemischem, zugegen ist, und, genau genommen, die Körper von dem Augenblick in der Geschichte ihres Conflictes an begleitet, in welchem zu ihrer Erregung nach der bedingten Erregbar-

keit, die nach der unbedingten noch hinzukommt, vollkommen und überall eines mit dem electrischen Vorgang zwischen diesen Körpern, mit eben ihrem Erregtwerden nach beyden und entgegengesetzten Erregbarkeiten, und dem, was die nach ihnen Erregten von neuem unter einander geben.

§. 139.

— Vielleicht, daſs einiges im vorigen §. neu, und dazu noch sonderbar scheint. Das letzte aber entspringt gewiſs nur aus dem erstem, und fällt weg, sobald man wirklich nachsieht. Denn die Fälle II und I sind gerade gewesen, was die Chemie, als ihr „nicht interessant genug", bisher fast immer zur Seite lieſs.

Zunächst wird einiges Befremden erregen, daſs Oxygen und Hydrogen als Aequivalente von Wasser mit + *E*, und Wasser mit — *E*, angesehen werden. Ich denke aber eben, daſs unsere Untersuchung des Schemas und der Geschichte des Conflicts zweyer Körper überhaupt, den ersten Beweis gegeben habe, daſs dieses wirklich sich so verhalte. Zudem war die Sache als Idee nicht neu, und man muſs gestehen, daſs die besten Köpfe, die das Verkehr des Wassers mit der Electricität beschäftigte, sich Oxygen und Hydrogen nicht anders vorgestellt haben. Die gröſste Schwierigkeit machte vielleicht die Nothwendigkeit, dabey zuzugeben, Ein und Dasselbe, Wasser nemlich, könne zweyen unter sich schon Entgegengesetzten, doch, dem einen wie dem andern, wieder entgegengesetzt seyn. Die Schwierigkeit löst sich, wenn man einsieht, daſs Alles Indifferente

zu seinen **Differenten** genau in diesem Verhältniſs stehe; und sonst auch ist dieſs Verhältniſs empirisch bewährt genug. Eine Menge Körper, die wir oxydirbar nennen, Metalle, Kohle, Schwefel, Phosphor, Azot, und wie sie weiter heiſsen, sind zu gleicher Zeit auch hydrogenirbare, und wo noch welche sind, die man erst bloſs im Zustande des *Oxide* sah, fehlt nach allem, was sonst da ist, gewiſs nur der Versuch, um sie auch im Zustande des *Hydrure* zu sehen. Alle diese Körper stehen also zu Oxygen und Hydrogen genau in dem Verhältniſs, wie das Wasser zu + *E*, und zu — *E*. Dort ist dieses Verhältniſs nicht leer; man sieht nicht ein, warum es hier leer seyn sollte, besonders wenn der wirkliche Beweis des Gegentheiles kommt; — ein Gegentheil, was, eben darum, schon sein Beyspiel anderwärts vorfindet.

Daſs Oxygen gerade, gleich electrischer Indifferenz mit überwiegendem *plus*, und Hydrogen gleich derselben Indifferenz mit überwiegendem *minus* *E* sey, liegt, auſser dem oben dafür gegebenen Beweise, noch in den Electricitäten, mit denen Hydrogen und Oxygen, wenigstens oxygene Verbindungen, sobald sie von dem Orte des Processes sich entfernen, constant begleitet sind, und somit diejenigen, in deren Sphäre sie sich bildeten, noch, nachdem sie selbige verlassen haben, verrathen und beurkunden. Ich meyne hier die Versuche Sauſsure's über die Electricität bey der Verdampfung des Wassers auf verschiedenen Materien. S. dessen *Voyages dans les Alpes. T. II. Neuchatel*, 1786. 4. §. 805 — 828. pag. 227—252. Wasser, was auf sehr heiſsen oxydir-

baren Körpern (auf Eisen, Kupfer) „verdampft", läfst das Gefäfs positiv electrisch zurück, was dem Entweichenden die negative Electricität sichert. Hier wird aber das Wasser zersetzt, und unter dem Entweichenden ist Hydrogen, ja es ist zum gröfsten Theile solches. Sind die Gefäfse hingegen nicht oxydirbar, oder solcher Natur, dafs sie während der Erhitzung des Wassers in ihnen nicht oxydirt werden können (von Silber, Porcellan), sondern bloſser Wasserdampf entweicht, so ist das Gefäfs negativ electrisch, was dem Wasserdampf selbst positive Electricität sichert. Volta hat alles diefs, und den letzten Theil noch vor Saufsure, aufs vollkommenste und mannichfachste bestätigt. S. dessen meteorologischen Briefe. A. d. Ital. Leipzig, 1793. Brief IV., VI., und VII., und Zusatz zu VII. Vom Wasserdampfe aber habe ich andern Orts (s. das electrische System der Körper, Abschnitt IV.) bereits bewiesen, dafs er Wasser plus einem geringen Antheil Oxygen ist. Es ist begreiflich, dafs diese oxygene Verbindung sich wie das Oxygen selbst verhalten mufs.

Ferner kann es auffallen, im electrischen Conflicte zweyer Körper, wo die unbedingte Erregung das Uebergewicht hat, das Oxygen zunächst am Körper *B* der obigen Bedeutung, das Hydrogen hingegen an *A*, auftreten sehen zu sollen. Für den Ort des Oxygens ist schon das Hinlängliche angeführt worden, für den des Hydrogens aber giebt, aufser dem, dafs man es wirklich nie wo anders, als am regulinischen Metalle *A* selbst, auftreten sieht, noch das Auskunft und Bestätigung, dafs es zum Theil sogar in

dem Metalle selbst auftritt, und dessen Oxydabilität abändert. Es ist ein allgemeines Factum, daſs auf ein Metall, einen oxydirbaren Körper überhaupt, nicht in den ersten Augenblicken der Zusammenkunft desselben mit dem Wasser, der Säure, u. s. w., in derjenigen Stärke von letzterer gewirkt wird, in welcher dieſs späterhin der Fall ist, und auch seine Oxydation ist in der ersten Zeit nur schwach, und erlangt erst in der Folge ihre ganze Stärke. Offenbar wird durch den Proceſs selbst die Oxydabilität des Körpers *A* gesteigert, was wieder durch nichts anderes geschehen kann, als, da alles übrige gleich bleibt, durch Vermehrung seiner Hydrogeneität, seines Hydrogengehalts selbst. Auch ist es ein leicht anzustellendes Experiment, ein Metall, ein Stück Zinn z. B., auf welches Salz- oder eine andere Säure schon eine Zeitlang gewirkt hat, in dieser nemlichen Säure, oder auch einer neuen Portion derselben, mit einem anderen Stücke Zinn, worauf die Säure noch keine Wirkung gehabt hatte, zusammen zu bringen. Man sieht dann in der so entstehenden Kette, das erstere Zinn beständig die Rolle eines positiven oxydirbareren Metalls, das andere die Rolle eines negativen oder minder oxydirbaren, spielen, und das Phänomen in seiner Vertheilung, ist nur dem Grade nach von dem verschieden, was bey der Zusammenbringung von Zink und Zinn, unter dieser oder anderer Säure, erscheint.

Daſs in dem Falle, wo die bedingte Erregung das Uebergewicht hat, sich alles umgekehrt verhalten, und Oxygen an *A*, und Hydrogen an *B*, auftreten soll, könnte noch sonderbarer lassen. Auch muſs man gestehen, daſs dieser Fall, wenigstens kaum mehr,

als der mittlere, der, wo beyde Erregungen im Gleichgewicht sind, bis jetzt untersucht ist worden. Es gehörte in ihn ganz vorzüglich das Verhalten ganz concentrirter Säuren gegen Metalle, indem ich von ihnen im Electrischen System der Körper, S. 29 und 100., wirklich erwies, daſs dabey die Spannungen nach der bedingten Erregung noch das Uebergewicht haben, aber man sehe auch, was schon Keir (s. *Philosophical transactions*, 1790.) und Winterl (s. dessen Darstellung der vier Bestandtheile der anorganischen Natur, S. 309. u. f.), von solchen mit concentrirten Säuren zusammen gewesenen Metallen anführen. Bley z. B., was mit concentrirter Salpetersäure in Berührung gewesen, wird so verändert, daſs es nachmals der Einwirkung der verdünnten ganz widersteht. Worin kann dieſs anders liegen, als in einer Oxygenation, die dem Bleye hierbey widerfuhr, und worin diese wieder als in dem Antheil Oxygen, der nach §. 138. wirklich an und in ihm aufzutreten hatte. Das Hydrogen, was an der Flüssigkeit auftreten soll, ist auch da. Beym Einbringen der meisten Metalle in concentrirte Säuren, entbindet sich, während jene Veränderung des Metalls vorgeht, schnell eine Quantität Gas, und nachher erst ist es ruhig. (S. Electrisches System der Körper, S. 32.). Man hat diese Gase noch nicht untersucht, wird man es aber thun, (und bey viel Metall und Säure kann man sie in Menge erhalten), so werden sie sicher seyn, was das Uebrige giebt, Hydrogengas, oder, wo dieſs nicht selbst, doch das, was aus der Wirkung desselben auf die Säure weiter erfolgen muſste.

Endlich kann man noch fragen, warum der chemische Procefs zwischen zwey Körpern überhaupt, in dem Maafse stärker sey, als die unbedingte Erregung wächst, und das Uebergewicht über die bedingte bekommt. Dafs die bedingte Erregung allein, keinen fortdauernden Procefs geben könne, hat sich oben gezeigt; er tritt erst in dem Maafse ein, als die unbedingte Erregung das dazu Erforderliche liefert. Alles kommt auf diese an. Der Grad, in dem sie da ist, bestimmt den Grad, in welchem die Erregung nach der bedingten im Gange bleiben soll. So wächst der Procefs selbst. Ist die unbedingte sehr hoch gestiegen, so bestimmt sie auch die bedingte zu einem ihr entsprechenden Grade der Energie. Damit wächst wieder der Procefs. Umgekehrt aber hat die bedingte Erregung auf die unbedingte keinen Einflufs; sie kann die letztere nicht nach Belieben hervorrufen, als welche erst eine sie überhaupt bestimmende Ursache nöthig hat. Nach der unbedingten Erregung allein also richtet sich die Stärke des chemischen Processes, wiewohl auch er endlich Maafs und Ziel erhält, durch den Grad von Wieder-Setzbarkeit der bedingten, den Leitung, ihre eigene Gröfse, und andere Umstände, bestimmen.

Wir sehen diesen §. mehr als Note zum vorigen an, und gehen weiter.

§. 140.

Der chemische Procefs, welcher im electrischen Conflicte zweyer Körper, die nach beyden Erregbarkeiten zusammen sind, Statt hat, ist kein anderer, als der

auch vor dem Conflicte schon in jedem einzelnen Körper vollständig zugegen war. — Man setze drey Körper *X*, *Y*, und *Z*. *Y* habe mit *Z* in dem Verhältniſs von *A* zu *B* gestanden, und mit *X* in dem Verhältniſs von *B* zu *A*. Dessen aber sind alle Körper fähig. S. §. 135. 136. Wenn nun *Y* im einzelnen Conflicte mit *X* oder mit *Z*, nur die Hälfte des ganzen Vorgangs traf, so hat ihn in beyden Conflicten zusammen, eine dieser Hälften nach der andern, und somit der ganze Vorgang, betroffen. Ein jeder Körper ist also zunächst aller Seiten des Typus entgegengesetzter und verbundener Erregung fähig. Aber auch in ihm selbst schon hat diese Erregung, in der Vollständigkeit ihres Typus Statt. Neue Kräfte schaffen kann keine Kunst. Die vorhandenen sind es, welche sie nur anders zu vertheilen, in andere Verbindung mit einander, zu bringen im Stande ist. Das Moment der dynamischen Bewegung im Universum ist ein eben so beständiges, als das Moment der mechanischen. Nichts kann der einen oder andern einen Abgang oder Zusatz machen. In unserm Falle aber können wir uns auch unmittelbar davon überzeugen. Wären die verschiedenen Erregbarkeiten, die wir an jedem Körper finden, absolut, so würde die Erregung selbst eine absolute seyn. Wir sehen sie aber in beständigen Grenzen, in Grenzen, die selbst wieder veränderlich sind. Isolatoren z. B. erregen sich weit schwerer, als Leiter, und auch in diesen hat die Erregung noch Grenzen. Was anders könnte dieses hervorbringen, als daſs gedachte Erregbarkeiten sich schon im einzelnen Körper in einer Beschäftigung, einer wirklichen Erregung befinden, aus der

heraus, und in andere zu ziehen, nothwendig ein endliches Moment von Kraft und Zeit erfordert wird, was um so gröſser seyn muſs, je gröſser die vorherige Beschäftigung der Erregbarkeiten war. Je höher die Autonomie, desto gröſser die Heteronomie, die letztere wird zum umgekehrten Maaſse ersterer. Vergleiche §. 130.

Man hat noch wenig daran gedacht, einen jeglichen Körper auch empirisch nachzuweisen, als etwas, das durch seine eigne Action, ein Bestehen auch nur über den Augenblick hinaus hat. Ein jeder Körper ist ein durch sich selbst beständig von neuem Reproducirtes: das sah man längst ein; ihn aber auch der Beobachtung, auf die Art, wie sie es verlangt, als solches vor Augen zu legen, hielt man fast für unmöglich. Denn man hat nicht gewuſst, daſs gerade derjenige Körper, von dem die übrigen alle nur Radien, er selber aber das Centrum ist, uns täglich diese Art seines Bestehens, auf die geforderte Weise wirklich, und vor allem, vor Augen legt: — das Wasser. Schon durch die Unstätigkeit seiner Zustände, verräth sich seine ewige innere Unruhe. Nicht das Tropfbare, nicht der Dampf, auch nicht das Starre, sind dasjenige, in dem es seine Ruhe fände. Das Eis verdampft, das Wasser verdampft und wird zu Eis, der Dampf selbst aber findet nur zum Theil sein Bestehen, zum andern schlägt er sich wieder nieder zu Wasser, und ist der alten Unruhe von neuem übergeben. Dieſs ist das Spiel, was uns rings umgiebt, und dem wir längst eine höhere Bedeutung zu geben, hätten suchen sollen. Sie hat sich gefunden, und durch nichts anderes, als eine genaue Betrachtung dieses

Wechsels selbst. Es hat sich gezeigt, dafs das Wasser, auf jeder Stufe seiner Temperatur, einen Trieb ihm eigen hat, in Hydrogen und Oxygen aus einander zu treten. Es hat sich gezeigt, dafs bey jedem Zustandswechsel desselben, und wo befindet es sich ohne einen solchen, diese freywillige „Zersetzung" rege ist, und dafs das Oxygen des wirklich zersetzten Theils sich mit des unzersetzten Wassers einem Theile zu Dampf verbindet, während das Hydrogen mit des letztern anderem Theile, als Tropfbarflüssiges zurückbleibt, oder, ist die Temperatur niedrig genug, mit ihnen zu Eis zusammengeht *). (S. das Electrische System der Körper, Abschnitt IV.) Selbst das Eis verdampft noch ferner, und wird dadurch rigider, hydrogeneer. (S. §. 135.) Mit der Temperatur selbst steigt diese Decomposition, endlich lassen Hydrogen und Oxygen das noch nebenbefindliche Wasser unberührt, und erscheinen geradezu als Gase, (ersteres erst mit wenig Wasser noch als Azot **), endlich als reines Hydrogen selbst, letzteres aber von Anfang an als Oxygen.). Diefs ist die Geschichte des Wassers bis zu Cazalet's Versuch (s. *Rapport général des travaux de la Société philomatique de Paris. T. II.* 1798. *p.* 59.), und zu den Resultaten, welche Leidenfrost's Wassertropfen auf glühenden Metallen,

*) Wo das Wasser nicht gefrieren kann, und die Anhäufung des Hydrogens im zurückgebliebenen Tropfbaren zu hoch wächst, tritt dieses Hydrogen mit einem geringern Theile Wasser als Azot heraus.

**) S. die vorige Anmerkung.

(s. dessen *De aquae communis nonnullis qualitatibus tractatus. Duisb.* 1756. §. 15. *p.* 30.), gesichert durch die electrischen Beobachtungen Saussure's dabey, (s. dessen *Voyages dans les Alpes.* 4. *T. II. p.* 230. *etc.*), sobald liefern wird, als man den Versuch in pneumatischen Apparaten, besser aber, wie man von Wurzer (s. v. Crell's chemische Annalen. 1798. B. I. S. 179—183. 273—276.), und seinen Widerlegern, daſs sie es schon gethan haben, sagen kann, wiederholen wird.

Was sind dieses Hydrogen und Oxygen anderes, als dieselben Producte, die in §. 138. im Conflicte zweyer Körper erschienen. Sie müssen damit auch Producte desselben Processes seyn, der dort Statt hatte. Und wieder muſs der Typus dieses Processes im einen Fall derselbe wie im andern seyn. Hier kommt dieſs alles an einem einzigen Körper vor. In diesem einzigen also bestand ein Proceſs, ein Typus der Erregungen, welcher seine Einheit bildete, genau dem gleich, der sonst nur im Conflicte zweyer Körper erschien. Das Wasser löst sich ganz in Hydrogen und Oxygen auf. Das Wasser selbst war nichts anderes, als dieser Proceſs und seine Producte, und auf jeder seiner Stufen (Temperatur, Zustand, u. s. w.) war es ein solcher.

Wir lernen, daſs dieser Proceſs, eins mit dem Wasser selbst, so weit verbreitet seyn müsse, wie dieſs Wasser wieder. Wie weit das letztere aber wirklich verbreitet sey, würden wir zwar ahnen, aber kaum mit Sicherheit und aus Ver-

suchen selbst *) bestimmen können, hätte sich nicht ein Phänomen zu seinem Beweise aufgeworfen, was eben so allgemein ist, wie die Körper selbst. Es ist das der electrischen Ladungsfähigkeit, welche an den Körpern in dem Grade vorhanden ist, als sie nicht „Leiter" der Electricität, sondern „Isolatoren" derselben, sind, was selbst die besten sogenannten Leiter, die wir kennen, in einigem Grade noch immer sind. Die Ladung selbst aber wird, unter gleichen Umständen, um so beträchtlicher, ihr Werth um so gröfser, je gröfser das Product aus dem vorhandenen Isolement, und doch dem Grade der Leitung wieder, vermittelst der dem Körper, insofern er isolirte, die zu seiner Ladung nöthige Menge Electricität zugeführt zu werden im Stande war, ist. Die Maxima dieses Products trifft man bey den Metallen an, und vorzüglich bey denjenigen, welche die schlechteren Leiter unter ihnen, wie Kupfer, Quecksilber, Silber, Gold, Platina, u. s. w., sind, noch mehr dann bey der Kohle, dem Reifsbley, Braunsteinoxyd, u. s. f. (S. *Journal de physique*, *T. LVII.* [*Brumaire*, *an XII.*] *p.* 345 — 368., vergl. Voigt's Magazin, B. VI. S. 104 — 129, 181 — 201.) Jeder dieser Körper wird, eben so wie das Glas der Leidner Flasche, auf seinen beyden Seiten geladen, und diefs Geladenseyn, wo es in solcher Concentration oder Intensität Statt hat, wie bey den vorhin angeführten Körpern, läfst sich überall, als ein Oxygenirtseyn auf der einen, und ein Hydrogenirtseyn auf der andern Seite, nach-

*) Vergleiche indefs schon §. 135.

weisen; worüber die unmittelbarste Auskunft Quecksilber giebt, was zwischen Wasser und Wasser sich im Kreiſse der Voltaischen Säule befindet. Nur so lange bleibt da, wo es Hydrogen zu liefern hat, seine Ladung als solche zurück und übrig, als man es durch äuſsere Mittel verhindert, sich zu bewegen, seine Oberfläche zu wechseln, und als, was diesem correspondirt, das Hydrogen wirklich und als Gas erscheint. Im Maaſse aber, als es sich frey bewegen, seine Oberfläche ungestört ändern kann, und was damit correspondirt, es das Hydrogen unter keiner Form, auch als Gas nicht mehr, giebt, ist die Ladung dieser Seite aufgehoben und Null. Das Wechseln der Oberfläche hat keinen andern Sinn, als sie, die geladen ist, mit soviel hydrogenhaltigem Wasser in Berührung zu bringen, als zu der Aufhebung der Ladung, deren Gröſse das an der Grenze von Quecksilber und Wasser überhaupt sich erzeugende Hydrogen gerade entspricht, erforderlich ist. Hieraus geht diese Ladung selbst als Oxygenation des Quecksilbers hervor. Als Hydrogenation läſst sich die des Quecksilbers auf der andern Seite, auf ähnliche Weise nachzeigen. So findet sich in dem auf solche Art geladenen Körper, auf der einen Seite ein Antheil Oxygen, auf der andern ein anderer von Hydrogen, und keines von beyden ist aus dem Wasser, was sich neben diesem Körper befand, entsprungen. Denn dieses Wasser giebt in dem Gewichte der beyden Gase, die es selbst liefert, genau sein eigenes Gewicht wieder, und noch dazu läſst sich dieselbe Ladung ohne die geringste Gegenwart von Wasser bewirken, wie auſser dem, was schon die Ladung des Glases in den

gewöhnlichen Ladungsversuchen zeigt, die Versuche lehren, welche Van Marum und Oersted zur Wiederholung der meinigen, statt an der Voltaischen Säule, an der Electrisirmaschine, angestellt haben. (S. *Journal de physique*, *T. LVII.* [*Frimaire, an XII.*] *p.* 471 — 473.) Eben so wenig wird das Gewicht des Körpers selbst im mindesten verändert, sein Gleichgewicht nur wird gestört. (S. Voigt's Magazin, B. VIII. S. 518.) Das Hydrogen und Oxygen also, was jene Ladungen ausmacht, und während ihnen geschieden wird, muſs vorher als Indifferenz von beyden, als Wasser, im Körper selbst zugegen gewesen seyn, und da alle Körper ladungsfähig sind, und, wo man nur verfolgen kann, sich jene Ladungen beständig als solche Separationen von Oxygen und Hydrogen, und Lagerungen derselben zu den beyden Seiten des Körpers, ausweisen, so muſs in allen Körpern, und selbst denen, wo anderer Anschein es am wenigsten verriethe, Wasser zugegen seyn. Mit dieser Gegenwart des Wassers ist dann in allen derselbe Proceſs, der in dem Wasser selbst Statt findet, und es ausmacht, eben so gegeben. Dieser Proceſs aber ist wieder eins mit dem, der beym Conflicte je zweyer Körper, die nach der bedingten und unbedingten Erregbarkeit zugleich zusammen sind, Statt hat.

§. 141.

Der in den vorigen beyden Fällen (§. 138 — 140.) identische, und chemische

Procefs, ist eins mit dem Galvanischen Procefs oder dem Galvanismus. Wir wollen zunächst streng dabey stehen bleiben, Galvanischen Procefs nur den zu nennen, der Statt hat, insofern drey (oder mehrere) Körper, die vorher nach dem Schema der bloſsen Linie mit einander verbunden waren, darauf zur Figur verbunden sind. Alles was früher von Procefs zugegen war, und seyn konnte, in welcher Folge auch diese drey Körper zur Linie verbunden waren, soll schlechthin abgezogen seyn, und nur das Galvanismus heiſsen, was in der geschlossenen Kette mehr, als dieſs, vorhanden ist.

Wir erinnern uns an die Auseinandersetzung, die in §. 138. von dem chemischen Procefs gegeben wurde, der zwischen zwey Körpern zugegen ist, die nach ihren beyden Erregbarkeiten zusammen sind. Ich habe im Electrischen System der Körper, Abschnitt II., bewiesen, daſs ohne seine Gegenwart zwischen irgend zwey Gliedern von den drey gewöhnlichen der Kette, diese Kette selbst nicht die mindeste Wirksamkeit hat. Erst mit derselben, und im Grade ihrer, ist Wirksamkeit der Kette selber möglich; er ist die wesentliche Bedingung Galvanischer Action überhaupt. Die Sache ist leicht einzusehen. Befinden sich alle Glieder der nachher zur Figur geschlossenen Linie nur nach der bedingten Erregbarkeit im Conflict, so befolgen sie sämmtlich, was das Gesetz der Spannungsreihe, nach dem von einer Anzahl Körpern *A*, *B*, *C*, *D*, u. s. w., die so geordnet sind, daſs jeder mit allen vorherigen, z. B. minus, mit allen folgenden plus, wird, die Spannung von *AB* + der von *BC* = der ist von *AC*, die

Spannung von AB + der von BD = der ist von AD, die Spannung von BC + der von CD = der ist von BD, u. s. w., für sie giebt, d. i. die Spannungen, in die sie zwey zu zwey, und wieder unter einander getreten sind, geben für die beyden äufsersten Glieder der Linie, nach welcher Ordnung in ihr sich auch die Körper folgen, den nemlichen Totalunterschied, zu dem allein auch nur sie in der unmittelbaren Berührung gelangen könnten. Man schliefst die Kette, und es geschieht nichts. Erst wenn zwey Glieder unter den drey gewöhnlichen sind, die nicht allein sich nach der bedingten Erregbarkeit verhalten, sind die Entglieder der Reihe, und wenigstens unter zwey von den drey möglichen Folgen derselben auf einander, nicht mehr in demjenigen Zustande von Spannung, in den sie auch bey der Schliefsung nur versetzt werden könnten: es kann ein gröfserer, auch ein kleinerer seyn. Die Kette wird wirklich geschlossen, und der Grad des Unterschieds, der zwischen dem, was da ist, und dem, was Einer, der bedingten Erregbarkeit allein zu Folge, da seyn sollte, macht dann diejenige Spannung aus, die ferner, nach dem Maafse vorhandener Leitung, in der geschlossenen Kette selbst, weil nichts, (kein Spannungsgrund), sie hält, beständig auf Null zu kommen sucht, während die Quellen aller der Spannungen, von denen sie der Ueberschufs über die, welche (durch Spannungsgründe) wirklich ge- und unterhalten werden, diesen Ueberschufs selbst immer von neuem geben, damit neue Indifferenziirungsnothwendigkeit, und beydes im gleichzeitigen Flusse fort, so lange die Kette geschlossen bleibt. Was aber die zu allem diesem

durchaus erforderliche Abänderung der Spannung nach der bloſs bedingten Erregbarkeit, giebt, ist die an den zwey Körpern zugleich eintretende Erregung nach der unbedingten Erregbarkeit; diese setzt ihre Electricitäten in der umgekehrten Ordnung von der, nach welcher sie die bedingte Erregung setzte; erst wird dadurch die der letztern geschwächt, dann aufgehoben, endlich völlig umgekehrt, oder eigentlicher, die jene überwiegende nach der unbedingten Erregung tritt statt der der bedingten auf. Von allen diesen Fällen ist schon der erste genug, damit in der Kette überhaupt Action zugegen seyn könne, der zweyte und dritte aber geben nur immer noch höhere, der höhere Unterbrechung des Daseyns sämmtlicher Spannungen nach dem Gesetze der Reihe bloſs Einer Erregbarkeitsäuſserung, (der bedingten), wegen. Das Hinzukommen der unbedingten Erregung zu der bedingten aber giebt eben in dem Conflicte beyder, und durch ihn, den chemischen Proceſs, den, wie wir sagten, zwey Glieder der Kette, auch auſser ihr schon mit einander begehen muſsten, damit, ist die Kette geschlossen, sie überhaupt wirksam, und als Kette wirksam sey.

Es kann auch, und es ist bey den meisten Ketten der Fall, nach dem chemischen Processe zwischen Zink und Wasser z. B., noch einmal zwischen Kupfer oder Silber oder so weiter und Wasser, welcher zugegen seyn. Wir übergehen aber diesen zweyten Proceſs, da er überhaupt, wie an anderem Ort gezeigt ist, nicht nützlich, sondern schädlich für die Action der Kette ist, indem die Spannungsänderung, die er

hervorbringt, zum Theile wieder aufhebt, was die erstere herbeygeführt hatte. Ueberhaupt ist das Ideal der Galvanischen Kette, in Rücksicht ihrer innern (ihrer Spannungs-) Verhältnisse, daſs einzig und allein zwischen dem oxydirbarsten Metall und der Flüssigkeit, chemischer Proceſs auch ohne Kette, dann so stark aber, als immer möglich, Statt habe, zwischen dem zweyten Metalle und der Flüssigkeit hingegen durchaus nur Erregung nach der bedingten Erregbarkeit, also gar kein chemischer Proceſs, vorhanden sey.

Das Alles gilt auch für die andere Art von Ketten, wenn man die aus zwey trocknen Leitern und einem feuchten, die eine nennen will, — für die aus einem trocknen und zwey feuchten Leitern. Nur heiſst es hier: die bedingte Spannung sey am besten allein, da aber auch so viel wie möglich, nur zwischen Einer Flüssigkeit und dem (nur einen) Metall, durch die unbedingte Erregung gestört, chemischer Proceſs zugegen, zwischen der Andern und demselben Metall hingegen ganz und gar nicht, (der chemische Proceſs fehle gänzlich hier).

Da, was sich von der einen (sogenannten) Art Galvanischer Ketten beweisen läſst, mit bloſser Namensveränderung auch von der andern gilt, so werden wir, um jetzt zu beweisen, wie der geschilderte chemische Proceſs „auſser der Kette“, mit dem, der nachmals in der Kette, und insofern sie eben Kette, geschlossene, ist, eins und identisch sey, der Kürze wegen leicht bey den Ketten der ersten Art allein, der aus zwey trocknen und einem flüssigen Leiter, und wieder bey dieser bey dem bloſs idealen

Beyspiel derselben, einer Kette, wo einzig zwischen dem einen Metall und der Flüssigkeit, nicht aber und in keinem Grade auch zwischen dem anderen und dieser Flüssigkeit, doppelte Erregung, (chemischer Procefs), Statt findet, stehen bleiben können. Der Beweis selbst aber ist folgender:

Man denke sich eine Kette aus drey Gliedern, in der der trockene Leiter, der mit dem feuchten die doppelte Erregung eingeht, *A*, der feuchte Leiter, *B*, der dritte oder andere trockene Leiter *C*, heifst. Die Grenze von *A* und *B* bezeichnen wir mit α, die von *B* und *C* mit β, die von *A* und *C* mit γ. An α hat derjenige Procefs und so, welcher und wie wir ihn in §. 138. geschildert haben, Statt, und sind *A* und *C* zwey Metalle, so ist *A* das oxydirbare(re) von ihnen. *A* und *C*, eben so *C* und *B*, sind blofs nach der bedingten Erregung zusammen. Nach dieser und dem Gesetz ihrer Spannungsreihe zu Folge, hat von γ aus, *A* +, *C* —; von β aus aber *C* + und *B* —, da *B* als Flüssigkeit, wie jede, die ihre Stelle vertreten kann, mit trockenen Leitern nach dem Gesetze der bedingten Erregung, — *E* erhält; (s. das Electrische System der Leiter, S. 109.). Die Spannung *AC* sey = 2, die Spannung *CB* wieder = 2, die Spannung *AB* ist dann = 4. *AC* und *CB* setzen sich ins Gleichgewicht, d. i., *A* kommt auf 2 +, *B* auf 2 —, *C* in der Mitte wird Null. So lange nun *A* und *B* blofs nach der bedingten Erregbarkeit zusammen sind, haben auch sie keine andere Spannung, als die = 4, mit 2 + für *A* und 2 — für *B*, zu setzen. Diefs aber ist, was von γ und β aus, schon in *A* und *B* vorhanden ist. Es ist eins, ob sie von α aus zuerst

vorhanden ist; dann setzen sie γ und β nicht erst. In jedem Falle aber ist, sind alle Glieder bloſs nach bedingter Erregung zusammen, die Ordnung so, daſs A durchgängig 2 +, C 0, und B 2 — hat. Die Spannungsgründe, (die Heterogeneitäten AC, CB und BA), haben ihr Geschäft vollendet, sie haben es in jedem Falle schon vor der Schlieſsung der Kette vollendet, die Schlieſsung selbst ist leer, und giebt nichts weiter.

Man gehe von der so geschlossenen Kette aus, und lasse in α, zwischen A und B, zu der bedingten Erregung die unbedingte hinzutreten. Sie sey fürs erste nur im Stande, durch ihre in umgekehrter Vertheilung gegebenen Electricitäten, die Spannung $\alpha = 4$ auf die Hälfte, auf 2, herabzusetzen. Die Ordnung ist jetzt, daſs A von γ und β aus, noch immer 2 +, B von β und γ aus, noch immer 2 —, hat. Von diesen 2 + und 2 —, oder der Spannung 4, kann aber α jetzt nur die Hälfte, nur 2, unterhalten und stehen bleiben machen; 1 + in A und 1 — in B sind der Indifferenziirung überlassen. Sie werden indifferenziirt, indem dieſs aber geschieht, ist dadurch, daſs die Spannungsgründe γ und β von ihrem Gesetz, die Spannung ein für allemal zu unterhalten zu suchen, nicht abweichen können, der Zustand sogleich wieder der vorige; von neuem muſs indifferenziirt werden, von neuem werden die Differenten selbst dargestellt, und beydes fort, so lange die Kette geschlossen ist. Die Indifferenziirung selbst geschieht nicht eben in Einem Punkt allein. B ist von α aus bis heran an C nur 1 —, 1 — ist also schon an β frey und übrig, und so ist auf der andern Seite, da

A von *α* aus bis an *C* nur 1 + ist, schon an *γ* 1 + frey und übrig. Das 1 + in *A* greift schon bey *γ* in *A*, sofern es noch Indifferenz ist, ein, sucht eben so viel —, wird damit 0, dadurch wird 1 + von neuem frey, diefs greift von neuem in die Indifferenz ein, wird Null, stellt abermals 1 +, und diefs so fort, bis an *α* heran. *A* gegen *C* ist ein aufserordentlich guter Leiter. Stockungen also fallen nicht vor. Es wird durchs Ganze Eine gleiche Indifferenz oder wiegt der eine Factor vor, wie wirklich, doch Eine in diesem Uebergewicht gleiche, erzeugt, die dem Metalle *A* selbst zurückbleibt. Es befindet sich jetzt *A* auf 1 zu indifferenziirenden + bey *α*. Das 1 + von *A* und das 1 — von *C* fahren gleichzeitig, und auf die eben angegebene Art, nunmehr aber in *B*, fort, sich ferner mit — und + zu indifferenziiren, wodurch neues + und — frey wird, u. s. f., bis die letzten sich endlich in der Mitte von *B* unmittelbar erreichen, und keine neue Setzung von — und +, oder umgekehrt, mehr nöthig haben. Der ganze Procefs selbst aber ist, wie gesagt, dauernd, weil *γ* und *β*, so lange die Kette geschlossen ist, und *B* bleibt wie es ist, nie aufhören, die vorigen Spannungen wieder zu liefern, damit den selben Ueberschufs von 1 + und 1 —, der durch keinen Spannungsgrund vor Wiederindifferenziirung geschützt ist, damit diese Wiederindifferenziirung selbst. Wie die Producte dieses ganzen Processes, und als chemischen, ausfallen sollen, hängt allein von der Güte der Leitung von *B*, in Bezug auf die von *A* und von *C*, ab. Leitete *B* eben so gut, wie sie, so kann diese Wiederindifferenziirung des Spannungsüberschusses 2 eben so schnell

vorgehen, als die Lieferung desselben. Dann ist auch die Indifferenz, die in *B* sich bildet, überall gleich, und gleich neutral. Es ist Action in der Kette, und zwar im überhaupt möglichen Maximum, da, nirgends aber waltet ein sie angehendes + oder — vor, indem die Indifferenziirung selbst vorgehen, und dadurch Indifferenzen mit überwiegenden Factoren liefern könnte, und da doch hierinn Oxygen und Hydrogen nur bestehen (s. §. 138.), so fehlen sie ganz, und der Procefs ist ein blofser De- und Reconstructionsprocefs des neutral gewesenen und eben so neutral auch wiederkehrenden Wassers der Flüssigkeit, (wie aller übrigen Glieder der Kette). Leitet *B* im Gegentheile, und das ist der bey weitem gewöhnlichere Fall, nicht so gut, wie *A* und *C*, so geht die Wiederindifferenziirung des Spannungsüberschusses 2, nicht eben so schnell vor, als dessen Lieferung durch γ und β, und dann ist auch die Indifferenz, die in *B* sich bildet, nicht überall mehr gleich, und gleich neutral. Denn an α waltet nun beständig einiges, und im Verhältnifs der schlechtern Leitung *B*'s immer höheres +, an β einiges, und im selben Verhältnifs höheres —, vor. Diefs bildet sich den hier und dort entstehenden Indifferenzen ein, es entstehen welche mit überwiegendem +, und überwiegendem —. Diese aber sind, die erste = Oxygen, die letzte = Hydrogen, welche nunmehr wirklich erscheinen, jenes an α, und dieses an β. Das Oxygen tritt, wie gewöhnlich, mit *A* zum Oxyd zusammen, das Hydrogen bildet entweder blofs hydrogenirtes Wasser in der Flüssigkeit *B*, oder erscheint geradezu als Gas, oder ver-

folgt ferner, was ihm die specielle Natur der Flüssigkeit *B* selbst anweist.

Die an α neben der bedingten Erregung noch eintretende unbedingte sey, zweytens, eben so stark, daſs sie die Spannung 4, (mit 2 + für *A*, und 2 — für *B*), ganz aufzuheben, und auf Null zurückzuhalten im Stande ist. Jetzt ist die ganze Spannungssumme 4 von γ und β zur Indifferenziirung da. Alles geht wieder zu, wie im vorigen Falle, nur in höherem Grade. Leitet *B* eben so gut, wie *A* und *C*, so erscheint an α und β nichts von Oxygen und Hydrogen, es bleibt bey bloſser De- und Reconstruction des vor und nach neutralen Wassers. Leitet aber *B* minder gut, so ist im selbigen Grade der Grund zu relativen Indifferenzen da, im selbigen Grade diese selbst, und damit Oxygen an α und Hydrogen an β, wirklich. Man sieht jedoch, daſs ein Gleiches, um was *B* minder leitet, als *A* und *C*, im jetzigen Falle mehr von Oxygen und Hydrogen zu geben habe, als im vorigen, denn da die aufzuhebende Spannung jetzt die doppelte von der vorigen ist, so läſst die gleich viel schlechtere Leitung mehr + und — auſser der neutralen Indifferenz zurück, und zu den relativen zu verwenden übrig, als vorhin.

Die an α neben der bedingten Erregung noch eintretende unbedingte sey, drittens, stärker, als daſs sie die Spannung 4, (mit 2 + für *A*, und 2 — für *B*), bloſs aufzuheben, bloſs zu Null zurückzubringen, im Stande ist. Sie sey z. B. noch einmal so stark, d. i., es erscheinen an *B* 2 +, an *A* 2 —. Im vorigen Falle sahen wir eine aufzuhebende Spannung, einen durch nichts gehaltenen Spannungsüber-

schuſs von 4 zugegen; jetzt kommen zu diesen 4, noch 4 hinzu, die aufzuhebende Spannung ist = 8. Das Ganze ordnet sich, *A* kommt auf 0, *C* auf 2 —, *B* von γ und β aus auf 4 —, von α aus aber hat es 4 +. Leitet wieder *B* so gut, als *A* und *C*, so wird es, von dem Augenblick der ersten Aufhebung dieser Spannung 8 an, nie dazu kommen, daſs irgendwo von diesen 4 + und 4 — ein wirklich freyer Ueberschuſs des einen und andern an α und β vorhanden wäre und bliebe. Es ist eine Action, die noch weit stärker ist, wie die in den vorigen beyden Fällen, zugegen, Oxygen und Hydrogen nur erscheinen nicht. Leitet *B* aber minder gut, als *A* und *C*, so ist nun, und im Grade dessen, und in, aus den schon angeführten Gründen, hier bey gleich viel schlechterer Leitung, noch weit stärkererm Grade, als in den vorigen Fällen, Ursach genug zu Oxygen und Hydrogen, zu relativen Indifferenzen an α und β, vorhanden, und sie erscheinen wirklich und sehr stark.

Für keinen dieser Fälle aber muſs man das Angeführte so verstehen, als wachse das Auftreten von Oxygen und Hydrogen, der Menge der letzteren in gegebener Zeit nach, mit der immer schlechter werdenden Leitung *B*'s im Verhältniſs zu der von *A* und *C*, ins Unbedingte fort. Nur für dieselbe Quantität der Action der Kette selbst wächst die Auftrittsmöglichkeit von Hydrogen und Oxygen, mit der Schlechtigkeit der Leitung *B*'s, und zwar ins Unbedingte, d. h. hier, so lange die aufzuhebende Spannung wächst, fort. Von dem Punkt an, wo *B* eben so gut leitet, als *A* und *C*, muſs die Action, die in der Kette selbst Statt hat, immer um

so schwächer werden, je schlechter *B* leitet, und mit seinem vollkommenen Isolement, zuletzt ganz Null. Bey gleicher Leitung ferner, muſs sie um so schwächer seyn, je niedriger die aufzuhebende Spannung ist, denn ihre Höhe bestimmt das Moment des Eingriffs in den leitenden Körper. Die Action, ihrer Gröſse nach, ist also das Product aus der vorhandenen Spannung und Leitung, während die Gröſse der wirklichen Erscheinung von Oxygen und Hydrogen sich einzig verhält, wie die nicht in neutrale Indifferenz (der schlechtern Leitung wegen) übergangsfähigen Gröſsen von + und — zu dieser Indifferenz selbst, d. h., wie der Exponent dieses letztern Verhältnisses.

Das Beyspiel einer Kette aus Zink (*A*), Schwefelsäure (*B*), und Platina (*C*), giebt Erläuterung. Ganz concentrirt, leitet diese Säure wenigstens nahe so gut wie Metall. Sie bringt die Spannung, welche aufzuheben ist, und nur sehr klein ist, weil solche Säure auf Zink, bey der gewöhnlichen Temperatur, schon anfängt, eine ähnliche Wirkung zu äuſsern, wie in §. 138. die concentrirte Salpetersäure auf Bley, wirklich auf Null, wenigstens sehr nahe darauf, zurück. Die Action selbst ist äuſserst stark, aber man sieht weder Oxygen noch Hydrogen, noch was sie weiter auf die Schwefelsäure wirken könnten, etwas. Man setzt der Säure etwas Wasser zu. Sogleich wird die aufzuhebende Spannung gröſser, die Leitung ist zwar etwas schlechter geworden, aber die Action selbst ist kaum gefallen, im Gegentheile gestiegen. Es erscheint Oxygen und Hydrogen, aber nur erst wenig, denn der obige Ex-

ponent ist noch klein. Man verdünnt die Säure ferner. Die Spannung bleibt dieselbe, die Leitung aber ist wieder schlechter, und schon viel schlechter geworden, das Quantum der Action ist sichtlich geringer, aber der Exponent, der wieder schlechtern Leitung wegen, ist ein gröſserer, und sehr viel gröſserer, geworden. Es erscheint Oxygen und Hydrogen in äuſserst groſser Menge. Die Verdünnung geht jetzt wieder weiter. Der Exponent wächst wegen der von neuem schlechtern Leitung fort, aber die Action fällt, und aus gleichem Grunde, gegenwärtig zu sehr; es erscheint nicht mehr die vorige Quantität von Hydrogen und Oxygen, sondern weniger. Die Verdünnung geht so weit, daſs sie die Säure fast dem reinen Wasser nähert. Der Exponent ist auſserordentlich groſs geworden, er ist nahe am Maximum, aber die Action ist jetzt so schwach, daſs es nur noch ganz geringe Quantitäten Oxygen und Hydrogen seyn können, welche nun erscheinen. Man verschlechtere jetzt die Leitung dieses beynahe völlig reinen Wassers durch groſse Längen des Continuums, in dem man es zwischen *A* und *C* bringt. Man kann es hierdurch so weit bringen, daſs es beynahe isolirt. Der Exponent hat sich noch mehr der äuſsersten ihm möglichen Gröſse genähert, aber die Action ist nahe an Null, und so sind die Erscheinungen von Oxygen und Hydrogen auch nahe an Null. Nur bey gleicher, oder in ungleicher Zeit bey gleich vieler Action, verhält sich die wirkliche Erscheinung von Oxygen und Hydrogen, insofern sie Producte der geschlossenen Kette sind, wie der obige Exponent, so daſs sie Null ist, wenn auch er Null ist.

Wir gehen zu dem Galvanischen Proceſs der geschlossenen Kette selbst zurück. Wir haben in ihm überall keinen im mindesten andern, als den, gesehen, der schon vor aller Kettenschlieſsung zwischen ihren Gliedern *A* und *B* vorging. Der einzige vorhandene Unterschied bezieht sich auf die gröſsere Trennung der Oerter, in denen Hydrogen und Oxygen auftritt, der aber auch, und dadurch, zu Null wird, daſs *B* unendlich klein gesetzt werden kann. Selbst, daſs es Fälle giebt, wo diese, Hydrogen und Oxygen, nicht erscheinen, wäre dieser Identität angemessen, wenn nicht vor allem sie durch das Electricitätsspiel selbst, was den Galvanischen, wie den „auſser-Galvanischen" chemischen Proceſs, den einen wie den andern, giebt, und ihm zum eigenen Phänomene liefert, schon ohne specielle Ueberkunft beyder Fälle, erwiesen, und durch seine Gleichheit ebenfalls dargethan wäre.

§. 142.

Der chemische Proceſs, den jeder einzelne Körper schon in seinem Innern übt, und dessen Dauer er sein eignes Daseyn zu verdanken hat, ja von dem er selbst das Phänomen nur ist, (s. §. 140.), der chemische Proceſs, der zwischen je zwey zusammengebrachten Körpern (*A* und *B*) möglich ist, (s. §. 138.), und der Proceſs in der Galvanischen Kette als solcher, oder der Galvanismus, (s. §. 141.), sind Eins mit dem Proceſs des Lebens selbst.

Daſs die erstern drey, (der Proceſs im einen Körper, der zwischen zwey, und der durch drey gegebene), Eins und Dasselbe sind, hat §. 138 — 141.

schon gelehrt. Die Einheit derselben mit dem des Lebens, geht aus §. 118. u. f. hervor. Diefs Leben war, wie dort sich zeigte, nichts als die Beschäftigung seiner Organe nach beyden Erregbarkeiten, der bedingten und unbedingten, zugleich, die Vollständigkeit des Typus ihrer Erregungen in seiner Einheit selbst. Diese nemlichen entgegengesetzten Erregbarkeiten, nachdem wir sie in Abschnitt IX. auch in dem Pflanzenreiche nachgewiesen haben, finden in allen Körpern auf Erden sich vor. In keinem von ihnen stehen sie leer und absolut da, überall sind sie in Beschäftigung, überall ist der Typus ihrer Erregungen ein vollständiger. Und hat nun irgend letzterer, dem Leben selber gleichgegolten, so ist in jedem, auch Anorgischen Körper, dasselbe Leben was im Organischen zugegen ist. Treten zwey der ersten zusammen, und kommt es zwischen ihnen zu einem innigen Conflict, erregen sie nach beyden Erregbarkeiten sich gegenseitig, so tritt das Leben gleichsam aus den einzelnen heraus, und kommt, im chemischen Processe zwischen ihnen, zur Erscheinung. Und sind der Körper drey zusammen, wovon für sich nicht mehr als zwey in diesem Processe stehen konnten, so ruft das Leben dieser zwey aus allen ein neues Leben hervor, dem sämmtliche Glieder des geschlossenen Kreifses, wie einem Ganzen die Organe, dienen, und an dem alle Theil zu nehmen haben. Diefs neue Leben aber ist dem ältern, durch dessen Daseyn es hervorgerufen wurde, gleich, nur einen gröfsern Umfang hat es angenommen. So befruchtet jeder Saame, den „todten, selbst nicht Leben äufsernden Stoff", und treibt aus ihm ein Gewächs empor, was seine

Zweige weit umher verbreitet, und einen Kreiſs des Lebens schlieſst, der seinen Erzeuger nur in Punkten berührt.

§. 143.

Ein groſses Feld des Lebens öffnet sich, und man vermiſst die scharfen Grenzen, die man um selbiges gezogen hielt. Alles, „auch das Todteste" lebt, und die „chemische" Thätigkeit der Natur ist nur ein Abbild der organischen. Doch nirgends steht uns das so klar vor Augen, als in den Verwandlungen des Allem inwohnenden Wassers. Sein eigner es selbst gebender Proceſs, führt es über ins Heterogene, in den ersten wichtigsten Körperunterschied, den es auf Erden giebt, und von dem alle andern ihren Ursprung haben. Es ist übergegangen in Zwey, die jetzt von neuem nach Vereinigung trachten, der wirkliche Proceſs der Vereinigung aber, tritt als Feuer hervor. An seinem Lichte erkennt sich das Leben, erhält es seine erfreulichste Erinnerung; wie einem Freunde vertraut es ihm, denn es hat sich selbst gesehen. Aber nur bis zur Vereinigung der beyden, währt der Flamme schöner Glanz; er geht unter wie sie vorüber ist. Nur auf Augenblicke verriethen sie, was dem zu sich Zurückgekehrten selbst einwohne, das Auge aber hat es erblickt, und weiſs jetzt, daſs nur ihm es verschwand, in seiner Innerlichkeit aber ewig glühe. Alles was Körper heiſst, ist jenes Processes fähig, in allen ist es derselbe Proceſs, denn sämmtlich haben sie von dem Nemlichen, was dort mit Lebensluft in

Vereinigung ging *). Das Leben reicht so weit, wie die Natur.

Und wie der Funken weiter zündet, das Leben neues Leben setzt, so ist ein jeder Körper ein nie verlöschendes Feuer, ein jedes Wirken verschiedener ein sich selbst unterhaltendes Leben, und jedes Leben ist Körperbildung. Das Leben selbst ist eine Gröſse, der keine Zeit etwas hinwegnimmt, noch hinzuthut. Nur seine Erscheinungen weiſs sie zu verändern. So führt sie in des Lebens eigner Geschichte, das Eine in die Mannichfaltigkeit, im Maaſse dessen erscheint unter dem Mannichfachen wieder, was früher mit der Einheit sich verlor, das Mannichfache endet selbst in neue Einheit, indem es aber darin endet, ruft es schon neue Mannichfaltigkeit hervor. — Wasser — Chemischer Proceſs — Galvanismus — Leben. —

*) *Doveva dire, che l'aria infiammabile è l'unica sostanza dotata di tall virtù: che da essa l'hanno gli altri corpi tutti, e in essa si resolvono sempre prima d'andar in fiamma.*" Volta. — (*Lettere sull' aria infiammabile delle paludi. In Milano*, 1777. p. 78.)

XI.

Von Magnetismus und Electricität als Entgegengesetzten, und von dem Verhältnifs des Organismus zu dem Anorgismus.

§. 144.

So weit, — wird man es uns nicht erlassen, einige Erwartungen ferner zu erfüllen, die das Bisherige entstehen lassen mufste. Wir achten diefs Vertrauen, und ersuchen, zuerst uns noch einmal in jene stillere Welt des einfacheren Lebens zurück zu begleiten. Mit wenigen aber grofsen Zügen wird ein Verhältnifs dort geschrieben gestehen, was bald sein eignes zu dem wieder höhern lehren, und so die Erde selbst uns kennen lernen wird.

§. 145.

Wir haben zwar überall im Vorigen die Möglichkeit offen gelassen, dafs zwey Körperindividuen sich e i n z i g und a l l e i n nach ihrer b e d i n g t e n Erregbarkeit erregen könnten. Der Fall selbst aber kommt nirgends vor. Denn käme er vor, so müfsten die

Electricitäten, und vor allem bey Leitern, wo der Erregung selbst nichts im Wege steht, absolut, die Spannungen unendlich seyn. Demohngeachtet sind sie endlich, und sehr endlich. Die gröfste Spannung, die zwey Körper in ihrer ruhigen Berührung erhielten, und während derselben behielten, hat noch niemals hingereicht, das empfindlichste Electrometer in Bewegung zu setzen. Das Beschränkende, die Spannung nach der bedingten Erregung zur endlichen Zurückbringenden, aber, kann nichts seyn, als das Umgekehrte von dem vorhanden seyn Sollenden, - eine Spannung, die nach der umgekehrten unbedingten Erregbarkeit entsteht, und in ihrem Eingreifen in jene nach der bedingten, dieselbe auf ein Endliches zurückbringt, und darauf zurückhält. Es giebt somit keine andere Electricitätserregung, als die nach beyden Erregbarkeiten zugleich; aller in der Lagerung der freyen Spannung vorkommende Unterschied, ist in den drey Fällen enthalten, welche in §. 138. für solche gleichzeitige Erregung nach beyden Erregbarkeiten als allein möglich aufgestellt wurden; und die sogenannte Erregung nach der blofs bedingten Erregbarkeit ist nur der erste Fall der drey, der, wo die bedingte noch das Uebergewicht hat. Auch erscheint in jeder, wie es heifst, blofs nach bedingter Erregbarkeit vorhandenen Erregung, von chemischen Producten ganz dasselbe, was da zu geschehen hat, wo, während nach beyden erregt wird, nur die Erregung nach der bedingten das Uebergewicht hat, d. i., in dem Körper, in welchem + vorkommt, tritt Oxygen, in dem, in welchem — vorkommt, Hydrogen, auf, wie dieses in

§. 139. an dem Beyspiel des Conflicts concentrirter Säuren mit Metallen gezeigt worden ist.

§. 146.

Körper, die sich schon in der ruhigen Berührung, wo also alle Einflüsse wegfallen, die bey der Reibung u. s. w., dem Conflicte selbst fremde Wirkungen hervorbringen könnten, in sehr vollkommenem Grade, und zwar auf dieselbe Art, wie in §. 145. bemerkt, erregen, sind die electrischen Leiter, und von diesen die besten unter ihnen, die Metalle. Ich habe so eben bemerkt, daſs über das, was zwey Körper, die sich nach überwiegender unbedingter Erregbarkeit erregten, während dem Conflicte von *E* zeigten oder hätten, noch gar keine Beobachtungen gemacht worden wären. Alles, was man ihnen beygelegt, ist aus dem geschehen, was diese Körper nach der Trennung, d. i., nach der Aufhebung der sogenannten Condensation, der ihre Electricitäten während dem Contact ausgesetzt gewesen seyn sollten, zeigten. Das Factum war: Zwey im Conflicte gewesene Körper zeigen nach der Trennung, der eine $+E$, der andere $-E$; und mehr nicht. Ueber alles, was sie während dem Conflicte waren und hielten, herrschten nur Vermuthungen; Ein Versuch also, welcher lehrte, was an Ort und Stelle zugegen wäre, muſste über alle diese Vermuthungen entscheiden. Ich habe ihn angestellt. Ich setzte eine sechs Zoll lange Nadel zusammen, deren eine Hälfte aus Zink, die andere aus Silber, vermöge eines Achathuts in ihrer Mitte aber, auf einem sie tragenden isolirenden Gestelle, sich frey bewegen konnte. Diese Nadel gab keine Spur von Electri-

cität und verschiedener zu erkennen. Schwach geriebenes Siegellack wie Glas, wirkten auf ihre beyden Pole nur anziehend, wie auf jeden andern neutralen Körper. Aber die Nadel war ein Magnet. Sie legte sich genau in den magnetischen Meridian, und kam in ihm durch Oscillationen zur Ruhe. Der Zink von ihr stand nach Norden, das Silber hingegen nach Süden. Der Nordpol eines gewöhnlichen Stahlmagnets wirkte abstoſsend auf den Zink, anziehend aber auf das Silber, sein Südpol abstoſsend auf das Silber, anziehend aber auf den Zink. Ich habe diese Entdeckung am 6ten März 1803 gemacht, und man wird mir zutrauen, daſs ich durch Zurichtungsart der Nadel, und hinlängliche andere Gegenversuche, alles Fremde gehörig entfernt, und mich des Magnetismus jener Nadel, als nur von der Berührung des Zinks mit dem Silber herrührend, aufs genaueste versichert habe. Hiervon aber, und andere interessante Details, zu seiner Zeit am besonderen Ort.

§. 147.

Hat das Vorige gezeigt, daſs dasjenige, was zwey Körper darstellen, die mit überwiegender bedingter Erregung zusammen sind, Magnetismus sey, so stimmen nun auch die näheren Verhältnisse eines solchen zusammengesetzten Magnets mit denen an einem aus dem Eisen durch Erdmagnetismus hervorgerufenen zusammen. Nach §. 138 und 139. ist im Zink während obiger Erregung mit überwiegender nach der bedingten Erregbarkeit Oxygen, im Silber Hydrogen, aufgetreten, und ersteres dadurch minder oxy-

dirbar, letzteres aber höher oxydirbar, geworden. Aber auch am Eisenmagnet ist der Nordpol, den an jener Nadel der Zink darstellte, minder, der Südpol, der an selbiger das Silber darstellte, höher oxydirbar. Vergl. diese Beyträge, B. II. St. I. S. 57 — 165. Das herrschende Vorurtheil, Zink werde durch die Berührung mit Silber, (ein „positives" Metall durch Berührung von einem „negativen"), höher, Silber weniger oxydirbar, wird erstens geschwächt, wenn man bedenkt, daſs man diesen Schluſs nur aus dem zog, was in geschlossener Kette am Zink und Silber vorging, und sich erinnert, daſs hier die Metalle durch die Conflicte mit dem feuchten Leiter, mit vorherrschender unbedingter Erregung ganz in die entgegengesetzten Umstände der mit vorherrschender bedingter, gesetzt waren; zweytens wird es aufgehoben, wenn man findet, daſs ein mit Silber in Berührung gewesenes Stück Zink in der That weniger oxydirbar, das Silber aber mehr oxydirbar geworden ist. Man schlage ein isolirtes Stück Zink lebhaft mit einem ebenfalls isolirten Stück Silber, (wie zum sogenannten „Galvanisiren der Metalle"), zusammen, oder lasse sie überhaupt in einige Zeit dauernder Berührung. Man wende darauf den so mit Silber in Berührung gewesenen Zink, in Verbindung mit einem andern, aber nicht mit Silber in Berührung gewesenen Stück sonst desselben Zinks, zur Kette an, und das erstere wird sich vollkommen, wie ein gegen das letztere negatives, ein minder oxydirbares, folglich oxydirtes Metall, verhalten. Umgekehrt, wird das mit Zink in Berührung gewesene Silber, mit anderem nicht mit Zink in Berührung gewesenen zur

Kette verbunden, sich gegen letzteres wie ein positives, mehr oxydirbares, folglich hydrogenirtes Metall, verhalten.

§. 148.

Erst wenn zwey Körper nach vorherrschender unbedingter Erregbarkeit im gegenseitigen Conflicte sind, sind sie, während ihres Conflicts schon, mit wahren Electricitäten zugegen. An dem einzelnen solchen Körperpaar ist der Versuch noch nicht gemacht, aber der Beweis des Gesagten im Grofsen ist Volta's Säule, durch die Electricitäten, die sie als Electricitäten sogleich zeigt, als mit ihren Polen Electrometer verbunden werden. Man kann die Electrometer sogleich in die Säule selbst einbauen, damit kein Vorwurf eines etwa hinzugekommenen besondern Umstandes entstehe, und sie divergiren eben so. In diesen Säulen aber befindet sich alles unter den Umständen der bloſsen Berührung, und daſs es die Electricitäten der festen Leiter, der Metalle, nicht sind, hat §. 146. gezeigt, denn sie, soll man von ihnen als solchen sprechen, sind einzig unter der Form des Magnetismus da.

§. 149.

Ob ein einzelnes Körperpaar, was nach vorherrschender unbedingter Erregung zusammen ist, frey aufgehangen, eine bestimmte Richtung annehme, habe ich noch nicht versucht, wiewohl der Versuch so leicht seyn muſs, daſs man ihn billig von mir noch fordern kann. Aber wie die Magnetnadel von Stahl sich nach denselben Gegenden richtet, nach welchen die künst-

liche Nadel von Zink und Silber, so richtet auch eine künstliche Electrische Nadel sich nach denselben Gegenden, nach welchen die natürliche electrische, die aus zwey Körpern, deren unbedingte Erregung vorherrscht, (wie aus Zink und Säure), sich dereinst richten wird. Diese künstliche Nadel wird bereitet, indem man eine vier bis sechs Zoll lange Nadel von Gold z. B., zwischen Wasser und Wasser in den Kreiſs einer starken Säule bringt, und mehrere Minuten (10—15) in demselben verweilen läſst. Sie wird „geladen", d. i., sie ist im Kreiſse der Säule mit vorherrschender unbedingter Erregung zugegen, und die daraus für sie erfolgenden Modificationen (vergl. §. 138. 139.) werden zu mehr oder weniger bleibenden. Ihre innern chemischen Veränderungen bestehen in Oxygenation für die Seite, mit der sie früher „Hydrogen gab", und Hydrogenation für die Seite, mit der sie früher „Oxygen gab". Es ist also alles an ihr, was an jener natürlichen electrischen Nadel zugegen ist. Und aufgestellt vermittelst eines Achathuts auf dem gehörigen Stativ zur freyen Bewegung, behauptet sie nach Oscillationen eine Richtung, welche zwar noch nicht auf den Grad bestimmt, constant aber zwischen Nordnordost und Nordost, und zwischen Südsüdwest und Südwest, gefallen ist. Sie zeigt dadurch einen Electricismus der Erde an, wie wir einen Magnetismus derselben längst schon kannten, seine Axe aber ist verschieden von der, die letzterem zukommt. Ich habe diese neue Polarität der Erde, die ich zuerst am 8ten August 1803 entdeckte, bereits aufs mannichfachste und auf vielen andern Wegen weiter untersucht und bestimmt. Das Resultat ist, daſs sie während Jahres-

verlauf und zu den verschiedensten Zeiten des Tages sich nahe in derselben Richtung behauptet hat, und ihre Neigungslinie bey uns mit dem südlichen Horizont, unter demselben einen Winkel über 50° macht. Die Untersuchungen selbst aber würden ein eigenes Werk anfüllen. Nur das mufs ich noch aus ihnen erwähnen, dafs, wenn vom Magnetismus der Erde kaum mehr als das Eisen, von ihrem Electricismus Alles, was Körper heifst, polarisirt, und zu einem „Electrischen Magnet" wird.

§. 150.

Die äufsere anorgische Erde, welche wir bewohnen, und so weit wir in sie tiefer dringen können, ist uns überall das Document von einer grofsen Evolution, vom Gehen eines Einen in das Mannichfache, welche Evolution und Uebergang ins Mannichfache dieser Erde selbst autonom ist. Insofern sie diefs war, mufste sie Folge des Processes, durch den die Erde (dieser ihr Theil) selbst bestand, seyn. Wir müssen sie als das Aehnliche ansehen von dem, was noch bis diese Stunde dem Wasser widerfährt, (s. §. 140.), und immerfort in Unterschiede endet, die Hydrogen und Oxygen zum Charakterisirenden haben, endlich aber diese selbst, und allein dieselben sind. Das alles war nach §. 138 und 141. Eins mit dem, was der das Wasser selbst ausmachende Procefs, bey überwiegender Einer Erregungsart, der bedingten oder der unbedingten, gab. Auch die Evolution der Erde, eben weil sie solche, eine Evolution, ist, mufs daraus entstehen und entstanden seyn, dafs in dem sie begründenden und gebenden Procefs die Eine Erregungsart

die überwiegende ist und war, — entweder nun die bedingte, oder die unbedingte. Welche aber, entscheidet sich eben an dem, was wir bereits als ihren Repräsentanten angeführt haben, dem Wasser. Die Wärme, sehen wir, beschleunigt diese Evolution desselben in oxygene und hydrogene Producte. Diese Beschleunigung kehrt nirgends um, und geht in eine Verminderung derselben über. Sie wächst bis herauf zur unmittelbaren und freyen Erscheinung des Hydrogens und Oxygens selbst, und selber diese, es sind die Spuren da, wird ferner beschleuniget. Solch ein Wachsen der genannten Producte aber, von dem wir wahrhaft sagen können, es gehe bis ins Unbestimmte fort, findet sich nur da zugegen und möglich, wo die unbedingte Erregung die herrschende und wachsende ist. Und sind nun ferner der Zeichen genug vorhanden, daſs auch dasjenige, was nicht geradezu den Namen Wasser hat, auf ähnliche Weise durch die Wärme in seiner Schiedbarkeit und wirklichen Scheidung nur immerfort ins Unbedingte erhöht wird; sehen wir die Evolution der Erde selbst, und auch im Groſsen, nur da in ihrem Maximum, wo auch die Wärme ihrer Wirkung Maximum übte: so ist damit im Allgemeinen bewiesen, daſs derjenige Proceſs, durch den die Erde, und auf der Auſsenseite, welche uns bekannt ist, zwar, wie ein jeder, aus beyden entgegengesetzten Erregungen und ihren Conflicten unter einander, bestehe, die unbedingte aber in ihm die überwiegende sey.

§. 151.

Zum Gegentheile aber steht ein grofses ungeheures Phänomen, was nicht zu dieser, sondern einer andern Gegend dieser Erde, gehörig seyn mufs, da: der Magnetismus. Wie jene unbedingte Evolution, wie wir sie kürzlich nennen wollen, in ihrer Richtung sich als Erd-Electricismus verkündiget, und eins des andern Zeuge ist, so zeigt hier umgekehrt im Erd-Magnetismus, eine jener entgegengesetzte, eine bedingte Evolution der Erde, sich, und ihre Richtung, an. Im Innern der Erde mufs sie ihre Stätte aufgeschlagen haben, denn auf dem Aeufsern ist keine Spur, die auf sie deutete. Wo ist der Körper oberer Herkunft, dessen inneres Treiben ihn überführte in einen Magnet? — Wir hätten viel zu sagen, wie die irrten, die ihn, sich zu entsprechen, in jedem Körpergebilde sehen lassen wollten. Gesehen hat ihn niemand! — Die Erde allein stellt selbigen dar, in einer Evolution, die nicht die äufsere, ihr vielmehr geradezu entgegengesetzte ist. In jener Gegend wird jeder Körper, wie er in der unsrigen „electrisch" zu polarisiren sucht, magnetisch zu polarisiren suchen. In unserer ist der Electricismus allein das Autonome und Magnetismus ist blofs heteronom (s. §. 146 und 150.). In jener ist der Magnetismus allein autonom, der Electrismus aber das Heteronome. In der That, der Procefs ist überall derselbe, nur seine Factoren haben gewechselt. Die anorgische Erde ist allerdings ein Ganzes, aber ein in zwey grofse Hälften Getrenntes. In der einen ist die unbedingte Erregung, in der andern die be-

dingte herrschend. Nach zweyen Seiten geht ihre autonome Evolution, die eine kennen wir als ihre Oberwelt, die andere regiert in den Tiefen der Unterwelt. Ohne diese Trennung hätten sich beyde Evolutionen in ihrem ersten Entstehen schon gebunden, und ohne eine ganz besondere Ursache läge die Erde noch im Chaos.

§. 152.

So stellt die anorgische Erde im Groſsen das Nemliche dar, was wir im Kleinen als „System des willkührlichen Lebens" im Anfang dieser Abhandlung an Thieren untersuchten. Es herrscht in ihm dieselbe Trennung entgegengesetzter Seiten und Organe, bestimmt durch entgegengesetzte Erregbarkeiten, wie in diesem. Und spräche nichts dafür, so wäre schon das groſse Factum, daſs beyder Evolutionen Hauptrichtungen, die electrische und magnetische Axe der Erde, sich schneiden, also nicht, wie ohne eine solche Trennung ihrer es seyn müſste, decken oder binden, allein im Stande, Zeuge derselben zu seyn.

§. 153.

Zeigt sich nun der Erd-Anorgismus übereinstimmend mit dem, was anderwärts Theil eines Organischen Wesens ist, so müssen wir auch zu ihm ein Ergänzendes vermuthen, mit dem zusammen er dasselbe Ganze ausmacht oder ausgemacht hat, wie das System des willkührlichen Lebens mit dem des unwillkührlichen in den höheren Stufen des besonderen Lebens. Wir können es nirgends suchen, als im Erd-

Organismus selbst. Unter diesem aber verstehen wir diejenige Einheit, in der zuletzt auch Alles specielle Organische wiederum als bloſser Theil und abermaliges Organ enthalten ist. Wie nun die einzelnen Thiere oder Menschen, Willkühr und Unwillkühr auf eine solche Art in Vereinigung sind, daſs der willkührliche Theil desselben nur als ein ungeschlossener unwillkührlicher erscheint, (vergl. §. 118.), — (als solle die Schlieſsung erst durch den Willen vollzogen werden, wodurch seiner Herrschaft überhaupt ein Raum gegeben sey) —: so, wage ich zu glauben, sey auch im Groſsen aller Organismus in seiner Einheit nur das unwillkührliche System eines höheren organischen Ganzen, dessen Willkührliches den Namen Anorgismus führt. Wie verstünde ich sonst den Sinn der räthselhaften Anstalt des letzteren, und wie anders könnte ich ihn verstehen, da ich meinen eigenen Leib als bloſses Abbild jenes Ganzen, des Planeten, der mich trägt, anzusehen genöthiget bin? — Ja das letztere selbst wird mir begreiflich.

§. 154.

Denn ich sehe an das Lebendige, und die höchste Uebereinkunft kommt mir entgegen. Schon wie seines unwillkührlichen Lebens Leib nur der kleinere Theil desselben ist, des willkührlichen Lebens Organe aber bey weitem den gröſseren ausmachen, so ist auch jenes Gröſseren willkührliches System bey weitem das vornehmlichere im Raum. Aber ich gehe in sein Inneres, des obigen Verhältnisses (§. 153.) beständig eingedenk. Schlössen sich die beyden Seiten der anorgischen Natur, so würden sie in ihrer

Schliefsung demselben Unwillkührlichen gleich seyn, an dem sie selbst hervorgegangen sind. Denn der Schein des gröfseren Bestandes in ihr, ist nur die Folge dieser Trennung ihrer Seiten, in welcher ihre Glieder sich nicht erreichen. Geschähe die Vereinigung, so fiele dieser Bestand weg aus ihr, und auch die grofse Mannichfaltigkeit in ihr, denn beyder Evolutionen griffen in einander ein, und die Evolvirten selbst, wären nicht sobald dazu gelangt, als sie in neuer Involution verschwänden. So ginge dasselbe Spiel des ewigen Wechsels, und der Anschauung dieses Wechsels als Körper selbst, aus ihr hervor, was das in seinem Wandel nur stetige Organische so ganz von dem in seiner Stetigkeit nur wandelnden Anorgischen, zu unterscheiden scheint.

§. 155.

Betrachten wir jetzt der Erde unwillkührliches System, die organische Natur, und wie sie von der Pflanze bis zum Menschen herauf ihrer Bildungen Fülle dargestellt hat. Sie ist dasselbe, was die anorgische Natur seyn würde, wenn ihre Pole sich berührten. Und wie daselbst aus dieser Berührung verschiedenen Graden, eine Menge Verschlingungen zu besonderen Organismen und von besonderem Grade der Geschlossenheit, die immer geringer würde, entstünden, so sind dieselbigen hier wirklich vorhanden.

Wir wollen aber nichts verwechseln. —

§. 156.

So gewifs die Erde einst zur Mannichfaltigkeit sich ausgestaltete, und dabey eine Reihe Individuen

(Organe), beschriebener Schlieſsungs- oder Oeffnungsgrade ihrer Pole gab, so gewiſs auch war, so lange sie in diesem Ausgestalten fortfuhr, ihrer Individuen Zahl Eins mit ihr selber, und die „Erde" lebte. Wie konnte doch, dem das Anorgische als sein willkührliches Organ zugegeben war, von ihm in äuſserer Trennung seyn? — Die Welt voll Leben und lebendiger Geschöpfe, die uns jetzt umgiebt, war zu jener Zeit nicht möglich. Dieſs lehrt uns, auf die Geschichte der Erde selbst, einen flüchtigen Blick zurück zu werfen. Wir finden, daſs gegenwärtig die „anorgische" Natur, nicht mehr in wachsender Trennung ihrer Pole begriffen seyn kann, sie muſs vielmehr in einem entgegengesetzten Zustande sich befinden. Mit diesem erst, dem Rückgehen ihrer beyden Pole nach der Einheit, von seinem Eintritt an erst, ist ein solches Leben isolirterer Geschöpf möglich, wie der jetzigen. Hat früher das unwillkührliche Leben der Erde, das willkührliche im Anorgismus noch bis jetzt in seinen scheidenden Organen zu entdeckende Leben, aufs innigste umschlungen gehabt, so hat es nachmals wieder sich von ihm zu trennen angefangen, und diese Trennung nach derselben Stufenfolge zu beginnen gehabt, nach der vielleicht noch früher einst auch die Vereinigung mit ihm geschah. Das Willkührliche trat in Unwillkührlichkeit zurück; und von diesem Zeitpunkt an, ist die Geschichte des heutigen besondern Organismus zu datiren.

§. 157.

Das erste isolirtere Erscheinen jenes nach der Unwillkührlichkeit zurückgekehrten bezeugen uns die

Pflanzen. Sie, deren stummes Leben ganz in Unwillkührlichkeit verläuft, überzogen die Erde zuerst mit ihrem Grün, was jetzt noch unsern Augen wohlgefällt, und ein Gefühl von Dankbarkeit, wie gegen einen Herold unsers eignen Lebens, in uns hervorruft. Doch schon ist an ihnen ein Anfang einer in die isolirtere Erscheinung später mit übertretender Willkühr zu bemerken; ihr Gebundenseyn an die Erde verkündiget es uns. Diese Erde ist im Processe vorwaltender unbedingter Erregung (s. §. 150.); was sie an selbige fesseln kann, muſs also ein in ihnen vorhandener Proceſs mit vorherrschender bedingter Erregung seyn. — So geben uns die Pflanzen, als erste Sprößlinge eines besondern Organismus, die dennoch ihrem Urbild ähnlich seyn müssen, zugleich damit das erste Zeichen, daſs im vollständigen System des Organismus der Erde selbst, und seiner willkührlichen Theile, dem jetzigen Anorgismus, zu seiner Zeit die bedingte Erregung, oder die magnetische, (die Flexorenseite), das Uebergewicht gehabt habe. —

Die Pflanzen würden Thiere seyn, wenn jener Proceſs, durch den die Erde sie an sich knüpft, in ihnen selbst zugegen wäre. Er würde mit diesem den ersten Anfang eines Systems willkührlicher Organe geben, und Thiere den niederen Stufen darstellen; die Scheidung, in welche hier bereits der bedingte und der unbedingte Proceſs zu treten beginnen, würde sich an ihnen selbst fortsetzen.

§. 158.

Die Erde aber ist fortgefahren, zurück zu treten in die Unwillkührlichkeit. Mit diesem weiteren Zurück-

ziehen in letztere, nahm sie nach und nach die ersten Anfänge einer Spaltung ihrer Pole zu einem System willkührlicher Organe immer weiter und vollkommener aus dem „werdenden" Anorgismus selbst mit heraus. Die Trennung derselben ist zwar während dieser Scheidung und aus Ursache ihrer, selbst in der Abnahme, allein sie bleibt doch groſs genug zurück, um wirklich eine auszumachen, und zu einem willkührlichen Leben und einem dadurch geschlossenen Organismus unserer Benennung, den Grund zu legen. Der vorhin bey den Pflanzen allein zugegenen freyen bedingten Erregung tritt eine ebenfalls freye unbedingte bey, und ist sie an Gröſse auch jener nicht entsprechend, daſs jene also noch immer im Vortheil über sie ist, so reicht sie doch so eben hin, die Mutter im Bilde treu und bestätigend, was sich schon früher meldete, zu wiederholen, und Statt der Pflanzen gab in solcher ferneren Entwickelung, die Erde nunmehr Thiere zurück. Ganz unabhängig von der Erde sind sie nicht, noch immer hat der bedingte Theil ein Uebergewicht, aber die Verknüpfung ist die strenge nicht mehr, sie haben ihre Locomotivität schon auſser der Erde, athmen Luft, u. s. w.

§. 159.

Die Entbindung der Erde von ihrem Leben ist fortgefahren. Der Keim der Willkühr, den letzteres im ersten Thier, einem Vermächtniſs gleich, empfangen hatte, wuchs, wie die Erde selbst unfähiger wurde, ihn aufgeschlossener in ihrem Schooſs zu bergen. So bildeten sich in steigenden Stufen der Thiere Reihe, die allein nach dem Grade ihrer zu gröſserer Voll-

kommenheit gelangenden Willkühr zu schätzen ist. Das letzte aber, was die Erde bey ihrer Entäufserung ihm selbst zu einem Eigenen zurückgegeben hat, ist der Mensch. In ihm erkennen wir das höchste Reich organischer Willkühr, sie selbst heifst Freyheit, und das System der Organe ihrer Uebung ist vollkommener, als irgend vor ihm. Und obgleich seines Organismus gröfserer Vollendung nach, er des von der Erde unabhängigsten Daseyns unter allen Geschöpfen sich erfreut, steht er doch als der letzte Sohn derselben, ihr wieder näher, als sonst eins seiner früheren Geschwister. Denn ihm allein ist der freye Blick vergönnt, in jene grofse Einheit alles Lebens, die Erde, von dem, durch ihn, seine Vorgänger alle ausgeschlossen sind. Sein Geschäft ist unmittelbar gleich mit dem seiner Erzeugerin. Seine Aufgabe, die Willkühr zu erheben zur Unwillkühr, das Mögliche zum Wirklichen, und dieses zum Nothwendigen, ist Eins mit der, in deren Lösung die Erde selbst begriffen ist. Ihm allein ist dieses Geschäft ein freyes, sein Wille gleich der Erde eigenem Gesetz, und seine Vollziehung Eins mit der ihrigen.

Allein sie überläfst auch ihn allmälig sich selbst, dafs wahrhaft frey zur Kunst sich gestalte, was auf den niederen Stufen in Instinct geendigt hat. Sie selbst im Fortgang ihres Laufs bereitet sich zu neuer Geburt vor, und ahnend sucht ihr Kündiger den Erwartetwerdenden schon in seiner Erzeugung zu begrüfsen. Ihm entsteht damit die eigene Mahnung, sich selbst anzuschicken zur Vollendung, um mit seiner Erscheinung erreicht zu haben, was wir als Würdigstes uns aufgegeben finden. Denn das nun folgende

Werk soll das unsrige übertreffen, und da beginnen, wo wir enden werden.

§. 160.

Bin ich meiner Ahnung zu weit gefolgt? — Ich habe keine Ursach, es zu glauben! — Dennoch aber breche ich ab, denn ich weiſs nicht, wenn meine Erzeugerin selbst, dem höheren Gesetze folgen, und ihre Kinder von neuem sich versammeln wird. Nur in die nächste Zukunft reicht mein Auge, mein Leben selbst verbürgt seinen Blick; — das übrige aber ist ihm geheim. Wahrlich aber ist dieses genug, und ich fühle alles noch einmal, wende ich mich gegen die Vergangenheit zurück. Hatten sich einst das Eine und das Getrennte, Organismus und Anorgismus der Erde, innigst zu Einem Leben umschlungen, und ist der Hervorgang des besonderen Lebens, der Welt des heutigen Organismus, nur Phänomen der Wiederaufnahme des Getrennten ins Eine, der Rückkehr des Anorgismus zum Organismus, so ist das besondere Leben in seinen mannichfachen Erscheinungen, nur die Bezeichnung der eben so vielen Stufen dieser Wiedervereinigungen, und der Wille in ihm das Gesetz derselben, selbst. Er ist nur das Phänomen der beginnenden That, die That als seine Vollziehung aber der vollendete Wille. Der Wille aber ist vollendet, wenn das Getrennte seine Einigung gefunden hat. Ich sehe allerdings die Erde in dieser steigenden Vollendung. Die Pflanzenwelt bietet nicht mehr den Reichthum und die Gröſse dar, in der sie, den hinterlassenen Denkmälern nach, einst da gewesen ist, denn das Getrennte, dessen Einigung sie an den Boden hielt, hat

sich zum gröſsesten Theile gefunden, die Ursache eines besonderen Leibes ist vorüber. Nur in dem Grade, als die Einigung noch nicht geschehen, und welcher ein geringer ist, überzieht sie sparsam noch die Erde mit ihrem die Hoffnung auch ihrer Vollendung in sich tragenden Grün. So ist ihr später auch die Thierwelt gefolgt. Die ungeheure Verbreitung ihrer niederen Stufen hat sich verloren, in wenigen Individuen besteht sie im Verhältniſs zu einer früheren Zeit noch. Auch auf den höheren ist die Verminderung merklich, und trotzten ihre Ueberreste eben so der Zeit, wie die der früheren, so würden wir sie noch in eben solchen Massen vor uns sehen, wie jene. Der Mensch allein, als das Letzte Neulichste der Natur, erfährt noch seiner Erzeugerin Kraft, und breitet sich in fortvermehrter Individuenzahl über die Erde ferner aus. Aber auch seine Vermehrung schreitet gegenwärtig minder rasch fort, als wendete die Erde seiner Ernährung Quell schon einem andern Werdenden zu. So schlieſst seit langer Zeit die Erde ihre beyden Pole zur Einheit eines allgemeinen Organismus, und wird die Schlieſsung selbst in uns zu einem Phänomen, was wir das höchste der Schöpfung nennen, so ist das nur die Ahnung dessen, was dieser allgemeine Organismus selbst in seinem Innern ist, der, wie im Feuer die Natur des Wassers, im Leben die Natur des Geistes, der über diesem Wasser schwebt, erkennen und ihm vertrauen lehrt.

§. 161.

Wir nehmen zu einem Ueberblick zusammen, was uns das Vorige dargestellt hat, um nochmals uns

und klärer das Verhältnifs zu wiederholen, in dem zu uns die Erde, und wir selbst zu ihr, befindlich sind. Der Anorgismus zeigt uns deutlich, wie er der Rest von einem Ganzen sey, in dem er selbst die Stelle eines Systems willkührlicher Organe zu vertreten hatte. Diefs Ganze in dieser Verbindung und ihrer Integrität hat nicht mehr Statt. Die Trennung seines Innern Einen Unwillkührlichen in Zwey, in das Willkührliche, ist gegenwärtig in der Aufhebung begriffen, und wir und der uns umgebende besondere Organismus, sind dieser Aufhebung eignes Phänomen. Nicht das total Geschlossene allein im Grade seiner Schliefsung, trennt sich von dem Anorgismus ab; ist doch für sich schon eine blofse Stufenfolge von seiner völligen Geschlossenheit bis zu der wirklichen Getrenntheit möglich. Ein gewisser Grad der Oeffnung geht in das Getrennte immer noch mit über, der steigen mufs, wie diese Trennung selber steigt, denn die höhern Grade der Geschlossenheit hat schon das Frühere mit herausgenommen. So ist ein jeder besonderer Organismus ein Bild des Grofsen, Eins einst mit der Erde selbst, und hat zu seinen Theilen eben so wie sie, einen „Organismus", und einen „Anorgismus". Jener stellt der unwillkührlichen Organe System, dieser das der willkührlichen, dar. Im Menschen ist das letztere am gröfsesten und ausgebildetsten. Von ihm herab sinkt es der Einheit des ersteren näher, die selber immer mehr das Uebergewicht bekommt, bis in den Pflanzen endlich es ganz aufgelöst ist, indem nur noch der eine Pol desselben, als überhaupt dem Unwillkührlichen verwandter, mit diesen in besonderer Verbindung bleibt, der andere aber in der Erde

noch zurück ist, und sie, die auch ein Leben, (wenn auch weniger ein eignes), bilden sollen, und sich dadurch zu ihm verbindet, und so das Nemliche mit ihnèn darstellt, was auf den höhern Stufen Thiere sind. — (Drum zeigt auch Volta's Säule an ihnen bloſse Flexionen, an Thieren aber sie und Extensionen, doch nur an ihren willkührlichen Organen, die unwillkührlicheren pulsiren.) *) —

§. 162.

Was über die Erde selbst sich ergeben hat, wird leitende Principien für Geognosie und innere Naturgeschichte der Erde liefern können. Sie haben beyde letztere anzusehen, als ein dereinst im völligen Zustand eines Organischen Gewesenes, von dessen Leib sie die Mumie ist, wenig versehrt in den einzelnen Gliedern, — Genien bewachen sie —, und wartend nur des groſsen Morgens, der sie von neuem in das Leben ruft. Ihr Tod ward Leben für das Einzelne, so wird der Tod des letztern einst, zum Leben für sie selbst, das Ganze, werden. Wenn Magnetismus

*) Vom Geschlechtsunterschiede als ebenfalls zur Reconstruction des Organismus, meistens nur an je zwey verschiedenen Individuen vertheilten, Polen eines Theils des, der bestimmten Gattung zugegebenen Anorgismus, werde ich an einem besonderen Orte handeln, da zuvor hierzu ein erst durch den folgenden Abschnitt begründeter Satz, der der Zeit als Individualisirendem überhaupt, umständlicher ausgeführt seyn muſs, als dessen in gegenwärtiger Abhandlung auch nur erwähnt werden kann.

und Electrismus wieder ihre alte Macht erlangen werden, die Heteronomie wieder durch Autonomie gehoben seyn wird, dann werden sich von neuem ihre Glieder rühren, und das schon aufser ihr und matt nur schlagende Herz wird kräftig wieder sich im Innern heben.

Das Uebrige aber hat im Vorigen genug gelegen, um es nicht wiederholen zu dürfen. —

XII.

Von dem Verhältnifs der Erde zur Sonne, oder von dem Zeitbestimmenden im Leben.

§. 163.

Wir haben bis hieher das Leben auf Erden, und das Leben der Erde selbst, in vielen seiner Gestalten untersucht und betrachtet, ohne noch nach aufsen zu sehen. Ein Wechsel dieses Lebens aber ist uns erschienen, der in ihm selbst den letzten Grund nicht haben kann, denn im vollkommen ihm selbst Ueberlassenen, versteht man nicht, wie eine Aenderung möglich sey. Wir sind genöthigt, den Blick zu erheben, und aufser uns die Gewalt zu suchen, die unserem Leben seine Tage misst. Ein treuer Führer ist uns hier das Licht. Schon früher hat es sich uns verkündiget als Erden-Lebens-Einheit selbst. Mit welchem dieses die Erde verknüpft, mufs sicher seyn, was seinen nächsten Theil an selbigem hat. Es führt uns auf zur Sonne. — Nicht von der näheren Vereinigungsweise unserer mit der Sonne selbst, allein vom Wechsel dieser Vereinigung, als Grund des gleichen in dem Leben, will ich sprechen.

§. 164.

Was jene Vereinigung der Erde mit der Sonne ändern kann, ohne daſs wir abermals nach einem Höheren fragen, ist das Verhältniſs der Sonne zur Erde im Raum, und seine Veränderung. Hat nun diese selber ihre Zeiten oder Perioden, so haben sie ohne Zweifel wieder ihren besonderen Grund; wir verlieren uns aber nicht in seine Untersuchung, sondern nehmen selbige bloſs, so, wie sie sind, als gegeben, an. Kann aber jene Veränderung des Verhältnisses der Sonne zur Erde im Raum, nur durch Bewegung geschehen, sie betreffe nun die Entfernung beyder selbst von einander, oder auch nur diejenige ihrer Theile, so sind gedachte Zeiten oder Perioden, die wieder welche für das Erden-Leben werden, Eins mit den himmlischen Bewegungen, und deren Zeiten oder Perioden, selbst, und alle müssen sie im Leben wiedererscheinen.

§. 165.

Nicht ausgeschlossen sollen mit dem Vorigen die Einflüsse der übrigen Gestirne auf die Erde seyn, als ob sie mit derselben in gar keinem Verhältniſs der gegenseitigen Bestimmung und einer Aenderungsfähigkeit derselben durch die Veränderungen ihrer Entfernungen u. s. w., stünden. Denn schon unser Sonnensystem mit seinen verschiedenen Planeten und Cometen, muſs, höheren Orts, wieder betrachtet werden, als ein ähnliches Organisches Ganzes, wie unsere Erde selbst, so daſs die Sonne, längst das Herz in diesem System genannt, als sein geeinterer Theil wirk-

lich dem Organismus seines Ganzen, der in die Planeten und Cometen getrenntere aber, dem Anorgismus desselben zu vergleichen ist, dergestalt, daſs auch unser Planet in seinem Innern wieder nur für ein Abbild jenes gröſseren Ganzen zu nehmen ist, wie diejenigen seiner Geschwister, die ein System von Monden haben, in dem Eingetheiltseyn derselben in (vergleichungsweise) planetarische und cometarische nach demselben Gesetze, nach welchem auch die solarische Reihe geordnet ist, und wovon ich, wie davon, daſs selbst unsere Erde in ihrem Begleiter, dem Monde, einen zu ihrem Anorgismus gehörigen Theil desselben habe, zu anderer Zeit mehr sagen werde), noch mehr bezeugen. Ganz zuletzt müſste also das irdische Leben in seiner Periodicität, die gesammten himmlischen Bewegungen und ihre Periodicität wiedergeben, und von ihnen gegeben seyn. In ein so viel befassendes Studium lassen wir uns indeſs hier nicht ein, wo es uns mehr darauf ankommt, an Einem und dem bey weiten Erhabensten Beyspiel von allen, zu lehren, daſs wirklich in jenem System der himmlischen Bewegungen das System der Periodicität des irdischen Lebens zu finden, und das System der Veränderungen der solarischen Relationen der Erde vor allem das Zeit, und Maaſs derselben, in ihrem Leben Bestimmende sey, weſshalb wir, und von neuem um so mehr, da dieses letztere Relationsveränderungssystem selbst, die Bestimmungen aller übrigen schon mehr oder weniger enthalten muſs, bey ihm allein stehen bleiben.

Wir werden nicht vollständig seyn. Wie könnte man dieſs auch von uns verlangen, da es bekannt ist,

dafs seit Kurzem erst Rücksichten dieser Art genommen worden sind.' Aber, was wir bemerken werden, wird gewifs hinlänglich seyn, die allgemeine Aufmerksamkeit einem Gegenstand wieder zuzuwenden, der unter ihre würdigsten gehört.

§. 166.

Die uns am nächsten liegende Veränderung des Verhältnisses der Erde und ihrer Theile zur Sonne, ist die Umdrehung ersterer um ihre eigene Axe, oder die Ursache des Tages. Wie er über die ganze lebende Natur herrscht, ist kaum erst zu erwähnen. Wer Einmal ruhiger Zuschauer des Anbruchs eines Tages war, und seines Unterganges in die Nacht, hat es gesehen. Auch im Anorgismus ist dieser Wechsel zugegen. Die tägliche Periode des Magnetismus ist bekannt, auch der Electricismus hält dieselbe. Wie für jene die Magnetnadel einmal hin- und wieder zurückgeht, und somit eine Veränderung im Erdmagnetismus selbst anzeigt, so steigt für diese die Action der Galvanischen Kette, oder besser der Voltaischen Säule, (die doch nichts als die Anstalt ist, das einzelne Glied, die einzelne Kette, dem Maximum von Wirkung, welches überhaupt in ihr begründet ist, zu nähern), in 24 Stunden einmal von einem Minimum zu einem Maximum, und kommt von ihm zum ersteren zurück. Ihr Maximum fällt in die Nacht, ihr Minimum aber in den Tag.

§. 167.

Schon dieses erinnert uns an ein Verhältnifsgesetz, was Stärke im Organismus und Schwäche im

Anorgismus, oder umgekehrt, zu einander behaupten, und durch den vorigen Abschnitt bereits gegeben ist. Ist Organismus nur die Vereinigung dessen, was im Anorgismus getrennt ist, und besteht des Organismus gegenwärtige Autonomie darin, den Anorgismus durch die Näherung seiner Pole sich selber gleich und Eins mit ihm zu setzen, so wird das besondere Leben, was Phänomen dieses Geschäftes ist, gerade dann in Zunahme seyn, wenn der Anorgismus abnimmt, denn eben ihre Abnahme gehört in jenes Geschäft. Im Gegentheile wird das besondere Leben in der Abnahme seyn, wenn der Anorgismus zunimmt, denn, sey es auch nur Lebensretardation, so wird doch eben dadurch das Geschäft des Lebens matter, müder, und man kann auch hier wiederholen, daſs wenn der Organismus schläft, der Anorgismus wache. Dieſs zeigt uns jenes Wirkungsverhältniſs des Organismus zu dem Anorgismus in seiner Beobachtung wirklich. Wenn das Lebendige sich zur Ruhe gelegt, ist das Anorgische „erwacht"; die Säule wirkt am stärksten in der Nacht.

Wir wollen ferner dieſs Wirkungsverkehr von Organismus und Anorgismus in Gedanken behalten, denn es wird sich uns überall bestätigen.

§. 168.

Gehen wir vom Tage zum Jahre. Es wird beschrieben dadurch, daſs die Erde einen Umlauf um die Sonne vollendet, und, in Bezug auf uns, die letztere im Sommer höher und länger über dem Horizonte verweilt, als im Winter. Wie nun im Tage schon die Gegenwart der Sonne das gegenwärtige Geschäft

der Erde, den Anorgismus aufzulösen in Organismus, unterhielt und unterstützte, in der Nacht ihr Mangel aber es verminderte, so ruft auch der Sommer im Frühling das besondere Organische ins höhere Leben, der Winter aber im Herbst macht es wieder sinken. Dagegen die anorgische Natur erhebt im Herbste und Winter sich zu einer gröſseren Thätigkeit; die Säule wirkt im Allgemeinen stärker im Winter, im Sommer kommt sie auf ein Minderes zurück. So beschreibt ihre Action, durch ihre tägliche Veränderung, eine Reihe in einander geschlungener „Kreiſse", die mit 365 Tagen sich zum gröſseren, dem Jahre, schlieſst. Auch das Leben hat einen solchen Kreiſs vollendet aber seine einzelnen Theile sind die entgegengesetzten dieser des anorgischen Kreiſslaufs. Ihr Maximum, (ihr „Perihelium"), fällt mit dem Minimum der letzteren, und umgekehrt ihr Minimum, (ihr „Aphelium"), mit der letztern Maximum, zusammen.

§. 169.

Eine gröſsere Periode der Erde ist die von $18\frac{2}{3}$ Jahren, oder diejenige Zeit, in der die geographische Axe der Erde mit ihren Polen am Himmel die bekannten Kreiſse von 18 Sekunden Durchmesser beschreiben. Am Magnetismus habe ich diese Periode früher schon aufgezeigt. Am Electricismus ebenfalls, nicht aber noch an Volta's Säule, die erst seit wenigen Jahren vorhanden ist, sondern an den gröſsern electrischen Vorgängen in der Atmosphäre und der Erde. Im Anorgismus also ist sie, als Periode seiner Action, vorhanden. Schon hieraus folgt, daſs sie sich auch im Organismus finden müsse, ich habe aber noch

nicht genug Mortalitätstabellen von hinlänglicher ununterbrochener Anzahl von Jahren und gleichen Ländern zur Uebersicht gehabt, um aus ihnen, die am besten Auskunft geben müſsten, jene Periode im Organismus selbst scharf nachgezeigt zu finden. Deutlicher habe ich unverkennbare Spuren von ihr, und ihrem Zusammentreffen mit jener der Vorgänge in der anorgischen Natur, in der Geschichte ansteckender Krankheiten, und des Erscheinens und Verschwindens ihrer Contagien, gefunden. Beyder Maxima fallen, im Groſsen wenigstens, zusammen, und da die gröſsere Wirksamkeit desselben Contagiums eine mindere Lebensstärke voraussetzt, so trifft auch hier das Maximum von Action im Organismus mit dem Minimum im Anorgismus, und umgekehrt, in Eins.

§. 170.

Eine wieder gröſsere Periode der Erde ist die von nahe 26000 Jahren, das Groſse oder Platonische Jahr. Es entsteht aus dem sogenannten Vorrücken der Nachtgleichen, und ist die Zeit, in welcher die Erdaxe einmal in der Ekliptik herumkommt. Es ist von ihr als Periode dieser Erde und ihres Lebens äuſserst viel zu erwarten, — indeſs liegt sie weit über alle Beobachtungsmöglichkeit hinaus, und ich würde sie deſshalb kaum anführen, wären nicht Gründe vorhanden, aus ihr auf eine

§. 171.

— niedere Periode von ohngefähr 71 Jahren, oder etwas drüber, zu schlieſsen, die in ihr eben so 365, . . Mal vorkomme, wie der Tag im Jahre.

Dieses nemlich ist die Zahl des Lebensjahres, in dem, im Mittel, nach einmal überstandener höherer Mortalität in den Jahren der Kindheit, noch jetzt die mehresten Menschen sterben, weſshalb man jene Periode auch die Periode des menschlichen Lebens nennen könnte. Im Maximum vorhandener Mortalität, wie sie so eben beginnt, zum Minimum zu gehen, werden wir geboren, im spätern wirklichen Minimum derselben befindet sich das Leben in seinem Sommer, allmälig aber kehrt sie mit seinem Herbst, zu dem Maximum zurück, was, den übereinstimmendsten Anzeigen nach, in die Gegend jenes genannten 71sten Jahres fällt. (Vergl. noch die letzte und sehr genaue Tabelle über beynahe eine Million von Menschen in „Pfaff's und Friedländer's neuesten Entdeckungen französischer Gelehrten", B. III. St. 4. S. 123—125.) Wie eine Periode nun von 71 Jahren im Organismus herrschend ist, so muſs auch in dem Anorgismus eine solche vorhanden seyn, und wie alle, ebenfalls von einer Veränderung des Verhältnisses der Erde zur Sonne abhängen. Sachkundige mögen entscheiden, ob sie als Vermehrung und Verminderung des allgemeinen Vorrückens der Nachtgleichen, was schon De la Lande, obgleich im Ganzen gleichförmig, doch von einem Jahrhundert zum andern immer einigermaaſsen verschieden, angiebt, zugegen sey, oder nicht. Da, auf irgend eine Art, aber muſs sie seyn.

§. 172.

Wir übergehen, wie alle übrigen noch höheren Perioden, (z. B. die gröſsere der Aenderung der Schiefe der Ekliptik von ihrem Hauptmaximum im Jahre 29958

vor Christi Geburt bis zu ihrem Hauptminimum im Jahre 34986 nach Christi Geburt*), und von da wieder zurück zum ersteren, und andere), so auch die niederen, (wie z. B. die durch die allgemeine Vorschreitung der Magnetnadel von Osten nach Westen, wo sie nun bald im Maximum [der Westlichkeit nemlich] angekommen seyn, und von da wieder zurück nach Osten gehen wird, beschriebene, und dergleichen mehr), obschon sie sämmtlich auch Perioden des Organismus **) wie des Anorgismus seyn müssen, und kommen auf diejenigen zurück, die wieder noch kleiner, als die tägliche (§. 166.), sind. Diese kleine-

*) Untermaxima dieser Periode fallen in die Jahre 2167 v. Chr. und 19774 nach Chr., Unterminima auf 14917 vor, und 6664 nach Christus. Bedeutungsvoll, Vielem entsprechend, und zu möglichst genauer Bestimmung dieser grofsen, über die Erde gewifs vor allen entscheidenden Periode, auffordernd ist, dafs die Zahl der Jahre, in denen sie sich vollendet, ganz in die Nähe von 365 . . $\times$ 365. . fällt.

**) So ist z. B. die etwas über 800 Jahr betragende gröfsere magnetische, in der Menschengeschichte, ganz unverkennbar zugegen. Sogar von der $18\frac{2}{3}$ jährigen schon könnte man bey ihr sprechen. Merkwürdig, nur freylich über das Wort hinaus zu deuten, ist, dafs, was man gute Zeit nennen kann, immer mit der Oestlichkeit der Nadel (für unsere Gegend) und im kleinen wenigstens mit dem verminderten Gang nach Westen, (oder genauer, mit der Zeit des Maximums der Schiefe der Ekliptik, s. §. 169.), zusammen fiel. (Selbst die Electrik als Kunst, hat von der Leidner Flasche an, in ihr das beste geleistet. Die genannte Flasche; der Electrophor [durch Wilke]; der Condensator; Volta's Säule.)

ren Perioden, die bis jetzt ganz unbekannt waren, hat zuerst die Voltaische Säule kennen gelehrt.

In jeden $3\frac{23}{24}$ Minuten, hat die Action derselben abermals ein relatives Maximum und Minimum. Das Mittel ihrer Entdeckung ist entweder, wie zur Auffindung der täglichen und jährlichen Periode, die Vergleichung der verschiedenen Stärken der Gasentbindung, die aus den Mengen des in gleichen Zeiten gelieferten Gases geschätzt wird, oder, und besser, die Beobachtung der Veränderung des Standes, den Quecksilber, in einer schief liegenden Gasröhre mit dem negativen Pole verbunden, und vom positiven durch Wasser getrennt, während dem Geschlossenseyn des Kreifses oder der Kette, dem Grade der Action in ihr proportional behauptet. Binnen jeden $3\frac{23}{24}$ Minuten steht, mit einem Maximum von Action, dieses Quecksilber dem positiven Pol der Säule einmal am nächsten, und mit einem Minimum von Action, einmal am fernsten.

§. 173.

Das vorige Mittel entdeckt noch eine wieder kürzere Periode der Säule, und zwar von nur $\frac{24}{37}$ Sekunden Länge. In dieser Zeit geht das, auf die nemliche Art, wie vorhin, in dem Kreifs der Säule befindliche Quecksilber, und während es im Allgemeinen die Periode von $3\frac{23}{24}$ Minuten beschreibt, einmal hin und wieder zurück.

§. 174.

Sieht man nach, wie viele Male $3\frac{23}{24}$ Minuten im Tage enthalten sind, so finden sie sich eben so viele Male

in ihm vor, als der Tag im Jahre. Sieht man ferner nach, wie viele Male $\frac{24}{37}$ Sekunden in $3\frac{23}{24}$ Minuten enthalten sind, so bekommt man auch hier die nemliche Zahl von 365 (und einem Bruch) zum Quotient.

§. 175.

Ich habe in §. 85. bemerkt, dafs die Voltaische Säule einen Ton im Ohr verursacht. Man kann seine Entstehung nicht begreifen, wenn man ihn nicht in eine Reihe dynamischer Oscillationen, welche in der Action der Säule selbst vorkommen, setzt: in eine Reihe, wenn gleich äufserst kurzer, doch im selben Grade sich äufserst schnell folgender Perioden derselben. Zwar ist der herrschende Ton nun $\overline{g}$, und berechnet man, wieviel zu ihm Schwingungen in der Zeit von $\frac{24}{37}$ Sekunden gehören, so findet man ein Beträchtliches mehr, wie 365. Allein er ist, wie ich in der §. 85. citirten besondern Abhandlung bereits gezeigt hatte, nicht ganz und vollkommen $\overline{g}$ allein, sondern immer noch mit einem Tone begleitet, der zwischen $\overline{c}$ und $\overline{cis}$ fällt. Zuweilen ist er sogar der herrschende, und in dem ihm ähnlichen Tone, den man beym blofsen Schlucken oder Schlingen hat, ist er es immer, und erst aus ihm geht später $\overline{g}$ hervor. Zwischen $\overline{c}$ und $\overline{cis}$ gerade aber fällt der Ton, der in der Zeit von $\frac{24}{37}$ Sekunden zu seiner Hervorbringung 365 Schwingungen, die hier als Perioden erscheinen, erfordert. Die Voltaische Säule hat also auch noch einen Perioden von $\frac{2}{36}$ Tertien. Und über-

haupt ist vom Jahre herab *), jede niedere Periode immer das Dreyhundertfünfundsechszigtheil der höheren, so wie wir schon die Lebensperiode nur als den eben so vielsten Theil vom Groſsen oder Platonischen Jahr, als gleichsam den Platonischen Tag, gesehen haben.

§. 176.

Alles, was ich hier von an der Säule beobachteten Perioden, nach einer langen Erfahrung bloſs im Auszug, erwähnte, werde ich, zu seiner Zeit, umständlicher ausführen, auch den Freunden dieses Gegenstandes Apparate in die Hände liefern, mittelst welcher sie ohne Schwierigkeit die feinsten Beobachtungen dieser Art, selbst anzustellen im Stande seyn werden. Eben so werde ich dann noch, von einer Unterabtheilung jeder Hauptperiode in vier schwächere, niedere, sprechen, die von der kleinsten von $\frac{2}{10}$ Tertien herauf, bis zu der jährlichen, und auſser der Säule dann, auch in den gröſseren Perioden des Magnetismus und Electricismus ferner Statt hat, überall so, daſs je zwey Maxima dieser Unterperioden gröſser, als die zwey übrigen sind, und in die Zeit des Maximums der groſsen oder Hauptperioden fallen, während die zwey niederen ihrem Minimum bleiben. Gegenwärtig will ich bloſs anführen, wie alles, was Periode der Säule ist, auf selbige Weise Periode auch des chemischen Proces-

*) Ueber das Jahr hinaus, vergleiche §. 172., die erste Anmerkung.

ses zwischen schon zwey Körpern, und welcher verschiedene Seiten, eine magnetische und eine electrische, haben kann (s. §. 138.), und endlich auch des in dem einzelnen Körper schon vor allem Conflict mit anderen in ihm selbst vorhandenen, ihn selbst ausmachenden Processes, ist, wozu man nur die Beweise der Identität aller dieser Processe und ihrer Begründung durch einander, in §. 140 und 141. noch einmal nachsehen darf. Sie sind also Perioden des Anorgismus überhaupt, und müssen sich in allen seinen Wirkungen, im Magnetismus z. B. wie im Electricismus, in diesen, wie im Verbrennungsproceſs, ..., aufs vollkommenste wiederfinden lassen; wie ich denn auch diese Aufsuchung derselben mit vielem Glück, besonders bey dem zuletzt genannten Proceſs, wo die Flamme in ihrer Höhe, bey Vermeidung anderer Störung, selbst Zeiger der Action, von der sie das Phänomen ist, werden kann, bereits begonnen habe. Ja selbst die Astronomen muſs man bitten, uns so weit, als ihr Calcul und ihr Apparat erlaubt, Nachricht zu geben von himmlischen Bewegungsperioden, die kürzer sind, wie Tag und Jahr, denn in solchen müssen, wie die anderen, auch diese kleineren auf Erden gegründet seyn.

§. 177.

Alle Perioden, von denen wir es noch nicht erwähnten, müssen auch Perioden des organischen Lebens seyn, und eben so wie Tag und Nacht, Sommer und Winter, und die gröſseren Perioden, sich an ihrem Leben wirklich äuſsern. Es fehlt indeſs noch ganz an Beobachtungen über die speciel-

leren Gleichzeitigkeiten dieser, der niederern Perioden, im Anorgismus und Organismus, wiewohl sich gar nicht zweifeln läſst, daſs hier noch schöne Entdeckungen zu machen seyn.

Dagegen kommt das Organische Leben uns mit einem Systeme eigener, und von der übrigen gleichsam unabhängiger Periodicität entgegen, was vollständiger und ausgeführter ist, als alles, was wir bisher von Gesammtperiodicität des Anorgismus und des Organismus in der Beobachtung nachweisen konnten. Ich verweile zunächst beym Menschen. In seinem Leben erscheinen, von der Periode seines ganzen Lebens an, die im Mittel 71 Jahr beträgt, alle niederen bis zur kleinsten herab, noch einmal, und wie aus einem besonderen Grunde, denn sie vermischen sich wenig mit den anderen, auch der anorgischen Natur gleichzeitigen; ja in bloſs verschiedenen Individuen datiren sie sich nicht nach Jahren, Tagen, oder Stunden, unserer Zeitrechnung, noch weniger sind sie an Simultaneität gebunden, sondern, jedes Individuum datirt die seinigen, obgleich dem Maaſse nach im Mittel gleich in allen, von seinem Anfangsaugenblicke an, und führt von ihm an in geschlossener Reihe selbige fort. Bereits die 71-jährige Lebensperiode selbst (s. §. 171.) gehört hierher, denn die Tabellen, welche sie liefern, sind nicht geführt über Individuen, die alle in Einem Jahre geboren wären. Sie sind aus den verschiedensten Jahren, und eben so wenig in gleichen gestorben. Aber das Gesetz aus allen ist doch, daſs für das einmal bis zum Minimum

der Mortalität in den mittlern Jahren gelangte Individuum, 71 Jahr und etwas drüber, die mittlere oder die Normallänge seines Lebens sey. (Nur muſs man nie vergessen, die neun Monate, die das Individuum im Zustande des Embryo verweilte, als zur Länge seines Lebens gehörig, mit hinzu zu rechnen.) Aber auch von der 18⅔ jährigen Periode, besonders ihrer vier Unterabtheilungen, und den zwey gröſseren von ihnen, sind schöne Spuren vorhanden, doch nicht sowohl bey groſsen Summen, sondern wie ich vornehmlich bey dem Studium von Süſsmilch's bekanntem Werke, (dessen göttliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechts, aus der Geburt, dem Tode, und der Fortpflanzung derselben, erwiesen. Vierte Ausgabe von Baumann. Berlin, 1775. 8. Th. I—III.) gefunden habe, bey kleineren, und auch, wo Tafeln über jedes Geschlecht besonders aufgeführt sind. Denn nicht selten trifft man Kirchspiele an, oder auch geschlossene kleine Länder, in denen die scheinbaren Maxima dieser Periode gerade mit den scheinbaren Minimis der nemlichen bey andern, zusammenfallen, und so auch wieder bey einem Geschlecht, im Verhältniſs zu dem andern. Summirt man dann, so verschwindet diese Sichtbarkeit der Periode mehr oder weniger wieder. Vor allem deutlich aber ist die jährliche, und ich habe hier nur auf die bereits in §. 171. citirte Mortalitätstabelle zurück zu weisen. Von Einem Jahre bis herauf zu zehn, und wieder von achtzig herauf bis hundert, sind die Sterblichkeiten nach halben Jahren angegeben, und das allgemeine durch nicht Eine Ausnahme getrübte Gesetz ist, daſs constant in jedes neuen Le-

bensjahres erster Hälfte, die Mortalität bey weitem stärker ist, wie in der letzten. Der Ueberschuſs der Mortalität in ersterer über die in der letzteren geht oft weit über das Doppelte von der in der letzteren. Die Zahlen, welche die Gestorbenen von Vierteljahr zu Vierteljahr anzeigen, geben noch genauere Auskunft über diese jährliche Periode selbst. Sie lehren, daſs in jedem neuen ersten Lebensvierteljahr die Mortalität ihr Maximum hat, im zweyten Vierteljahre ist sie schon geringer, im dritten wird sie es noch mehr, und hat ihr Minimum, im vierten endlich steigt sie wieder, und nähert sich dem Maximum, was sie im ersten Viertel des folgenden Jahres zum wiederholten Male erreichen wird. — Hier ist das Lebensjahr datirt von der Geburt des Individuums an. Geht man aber bis zu seiner Empfängniſs zurück, so fällt der Anfang des ersten, wahren, Lebensjahres, gerade in den beginnenden Uebergang des Maximums der Mortalität zum Minimum, in dem zweyten Vierteljahr des Embryo ist es erreicht, im dritten steigt sie bereits wieder, und sie kommt zum Maximum in dem vierten, oder dem ersten Vierteljahr nach der Geburt. Es ist schön zu sehen, wie hier der Mensch in seinem ersten Entstehen, als seine sich vermindernde Mortalität selbst, erscheint. Er wird empfangen auf dem Uebergange von der höchsten Sterblichkeit zur niedersten. Dieſs nach der jährlichen Periode. Aber auch nach der des ganzen Lebens; s. oben. Es scheint, als wäre der Empfängniſsaugenblick des Embryo, gerade der Wendepunkt aller seiner ihn im Leben treffen sollenden Perioden von ihrem Maximum nach dem Minimum,

oder was, (da beyde auf Mortalität, Lebensschwäche, bezogen sind), eins ist, vom Minimum von Lebensstärke zum Maximum; eine Vereinigung, für die im ganzen folgenden Leben, die Möglichkeit nie wieder eintritt.

Ob es auch eine der jährlichen ähnliche tägliche Periode der Mortalität giebt, ist aus Listen nicht zu ersehen, da hierzu gehörte, daſs die Stunden, oder wenigstens die Tageszeiten, der wahren Geburt des Individuums, die seiner Erzeugung, aufgeführt wären. Vermuthen aber muſs man allerdings eine solche, und im Allgemeinen läſst sich wohl annehmen, daſs die überall gröſsere Mortalität in der Nacht sich nicht allein auf die Periode, welche mit dem Organismus zugleich der Anorgismus hält, sondern auch, und vielleicht mehr, auf seine eigene tägliche Periode bezieht. Man erhält dann auch nach dieser täglichen Periode für den Empfängniſsaugenblick gerade den Uebergang von ihrem Maximum zum Minimum.

Auch die Periode von $3\frac{23}{24}$ Minuten, und sodann von $\frac{24}{37}$ Sekunden, müssen sich im menschlichen Organismus, und als ihm eigenthümlich und gegenwärtig unabhängig von den anorgischen Perioden, vorfinden. Es ist merkwürdig, daſs die Angaben über die ohngefähre Zeit, in welcher das Blut einmal seinen Umlauf im Körper vollendet hat, so nahe mit den $\frac{23}{24}$ Minuten zusammenstimmt, daſs man daran denken muſs, beyde Perioden für die nemlichen zu halten, die etwa vorhandene geringe Abweichung der wirklichen Angaben aber, die sich ohnediefs nur für ohnge-

fähre ausgeben können, in die Unmöglichkeit zu setzen, überhaupt hier schärfer zu bestimmen. — Eben so findet sich für die Zeit von $\frac{24}{37}$ Sekunden ein großes Factum, und in noch deutlicherer Annäherung seines Zeitmaaßes an diese Zeit, wie die des vorigen an seine, zugegen: der Puls *). Nimmt man aus der höchsten gewöhnlichen Zahl der Pulsschläge im Kinde, und der niedrigsten der im (gesunden) Greiße, das Mittel, so fällt es fast ganz mit dem zusammen, was jene Periode für ihr Vorkommen in der Minute giebt, und im Leben selbst fällt diese Mittelzahl in die Zeit der beginnenden Mannbarkeit, und noch mehr deren Uebung; d. i., an den schicklichsten Ort, den man ihr anzuweisen im Stande wäre.

Selbst die Periode von $\frac{2}{19}$ Tertien läßt sich im Menschenleben erkennen. Sie äußert sich, wie an Volta's Säule, durch Ton, und ist es auch kein proncirter, schon seiner Gewöhnung wegen an ihn, so findet der Aufmerksame, bey ruhiger Beobachtung zur Zeit der Nacht, sich doch beständig von ihm begleitet. Jeder Pulsschlag hebt ihn deutlicher hervor, und untersucht man ihn, so ist es ganz derselbe, den ich §. 175. bereits beschrieb.

§. 178.

So finden sich im Leben des Menschen alle Perioden wieder, die sich auch in der anorgischen Na-

*) Es wird mehreren angenehm seyn, erinnert zu werden, daß ein Astronom es war, der seine Schläge zuerst zählte: *Keppler*. S. dessen *Astronomia*, Lib. III. p. 111.)

tur entdecken lassen, und zwar zu einem zweyten Male. Denn einmal haben wir schon früher ihn diese Periodenreihen gleichzeitig mit dem Anorgismus, und als sey letzterer das Bestimmende und Datirende darin, mithalten sehen. Bey diesem zweyten Male hingegen, scheint er das Bestimmende und denselben Datum Gebende. Auch jedes Thier, herab bis zur Pflanze, und diese selbst (s. Abschnitt IX.), zeigt einen solchen Periodengang, der unabhängig von dem zweyten mit der Erde gemeinschaftlichen ist, und ein solches Datiren desselben und seiner Theile, nach sich selbst, als auch der Mensch. Wie aber schon beym Menschen, neben der gegenwärtigen Unabhängigkeit seines Periodenganges von dem der übrigen Natur, noch eine Modificationsfähigkeit desselben zugegen ist, durch Lebensart und Clima, Jugend, Alter, und dergleichen mehr, so weicht der Periodengang der Thiere und der Pflanzen, nicht bloſs in seinen Theilen, sondern seinem Ganzen selbst nach, wieder immer um so weiter von dem dem Menschen eigenen ab, je weiter, könnte man fast sagen, sie von ihm selber sich entfernen. Auch giebt es bis zur Zeit noch kein Gesetz, nach welchem diese Abweichung selbst fortschritte, vielmehr bietet uns die gesammte Thier- und Pflanzenwelt eine Mannichfaltigkeit von Lebens-Längen und Eintheilungen dar, die völlig ungeordnet vor uns liegen, als wären's Ueberreste von nicht minder vielen besonderen Welten, von denen jeder ihr eigenes Zeitgesetz zugehört hätte. Vom Menschen allein können wir sagen, sein Zeitgesetz sey noch dasselbe, wie das des Anorgismus, wiewohl es auch in ihm, sich unabhängig schon von dem in letzterem übt.

Doch es ist möglich, diejenige Auskunft zu ertheilen, die Licht auf dieses Chaos werfen, und höchster Regel Uebung darin finden lehren wird.

§. 179.

Für jedes Geschöpf mufste es eine Zeit geben, in der es noch nicht war, sondern erst wurde. Es war die Zeit des Auftritts seiner ersten Individuen. Zu dieser Zeit standen letztere noch in der höchsten Einheit mit der Erde selbst, ihr Leben war aufs strengste noch, mit dem Erdenleben Eins, und so auch alles, was von Zeit in beyden herrschte. Aber diefs aus ihr Hervorgetretene, das besondere Geschöpf, war selbst ein Organisches, es schlofs das früher mit dem der Erde Eine Zeitgesetz, ein in sich selber, und wie Natur und Individuum sich ferner selber überlassen blieben, und letzteres ein eigenes isolirteres Daseyn, in der Zeugung seines Selben Gleichen, anfing zu behaupten, blieb jenes Zeitgesetz in dem selbigen Maafse auch nun an diefs besondere Leben selbst gebundenes Eigenthum, ein wesentlicher von ihm nie mehr zu trennender Theil. Die erste Behauptung des Geschöpfs durch die Fortpflanzung seiner selbst, war Abfall des Geschöpfs von seiner Erzeugerin, Heimstellung des Erzeugten zu ihm selber, Begebung unter ein besonderes Geschick. So bietet uns die ganze Pflanzenwelt, und so die Thierwelt, in der Menge der ihren verschiedenen Gattungen, Arten, ja Individuen, eigenthümlichen Periodicitäten, ein durch die Folge und ihr eignes Geschick mehr oder weniger verändertes, doch nirgends noch

verstümmeltes, System von chronologischen Urkunden der Erde dar, was nur den Schrift- und Zahlverständigen erwartet, der, ehe die Ziffern einst ganz verwischt sind, ihren Sinn noch deute. Denn die in jeder Pflanze, jedem Thiere, waltende Zeit, ist wahrhaft nur, was sich von jener Zeit der Erde selbst, bey der sie einst aus ihr entsprossen, nachdem zu Folge himmlischer Beschlüsse, sie selbst in eine gänzlich andere übergegangen, doch noch erhalten hat. Mögen diese bedeutungsreichen Worte voll Leben, die Raum und Zeit der Vorwelt noch bis gegenwärtig zu uns sprechen, bald ihrer ganzen Fülle nach verstanden seyn.

§. 180.


Die erhaltenste erhabenste Hieroglyphe der Erde aber ist der Mensch. Zuletzt entstieg er ihrem Schoofs, sie hat seitdem nicht wieder geboren, er ist ihr jüngst gesprochenstes Wort. So stimmen seine Verkündigungen allein, mit seiner Mutter stiller Gegenwärtigkeit noch überein, und ihm allein ist es vorbehalten geblieben, sein eignes Innre noch bis jetzt, zu ihrer Deutung auszusprechen. Ich selbst gestehe, dafs ich nie das grofse Gesetz meiner Erzeugerin zur besonderen Erforschung geahnet haben würde, hätte ich nicht die Verkündigung desselben zuerst an meiner eignen Brust vernommen. Nach meiner Tage entdecktem Maafs erst, ging ich über die der Erde zu suchen. Ich habe sie gefunden, — aber auch gesehen, dafs selbst von ihnen die meinigen bereits in einiger Entfernung begriffen sind. Das zeigt mir, auch von die-


ser Seite, an, daſs sich die Erde, die niemals ruhende, zur Zeugung eines neuen Lebens vorbereite, und wohl empfindet mein Inneres, den Nachlaſs in dem Zuwachs seines eigenen schon. Doch süſse Schmerzen sind es dem Herzen, und ich hege sie gern. Was ist das Leben Aller, wie sein Scheiden, und dieses Scheiden, wie die Wiederkunft desselben! Höher nur, herrlicher, kehrt es wieder, — wir aber mit ihm. Denn der Geist in uns ist der nemliche, der es von Stufe zu Stufe noch immer begleitete, und ferner treu ihm in die Ewigkeiten folgen wird.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN


an Seele, er fühlt sich die Erde, die niemals ruhen-de, zur Zeugung eines neuen Lebens vorbereitet, und tief empfindet sein Inneres, den Nachlass in dem Ausruhn seines eigenen schon. Doch süsse Schmerzen sind es dem Herzen, und ich hege sie gern. Wie ist des Lebens Alter, wie sein Scheiden, und dieses Scheiden, wie die Wiederkunft desselben! Höher auf, über Höher, kehrt es wieder — wir aber mit ihm. Denn der Geist in uns ist der nämliche, der es von Stufe zu Stufe noch immer begleitete, und immer treu ihm in die Ewigkeiten folgen wird.

Ritter's Beytr. II Bd. Tab. II.




F. 49.
F. 50.
F. 51.
F. 52.
F. 53.
F. 54.
F. 55.

Ritter's Beytr. II Bd. Tab. III.



Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Ritter, Johann Wilhelm, 1776-1810

Beyträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung

Bd.: 2,3/4

Jena (1805)

Phys.sp. 569-2,1/4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134642-1
VD18 11072016-002